

Гигиена окружающей среды и населенных мест

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 614.3/4:33

Зайцева Н.В.^{1,2}, Кирьянов Д.А.^{1,2}, Май И.В.^{1,3}, Шур П.З.^{1,2}, Цинкер М.Ю.¹

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ПОСТАНОВКА И ОПЫТ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ НАСЕЛЕНИЯ

¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь;

²ГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614990, Пермь;

³ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614028, Пермь

В статье представлена задача оптимизации контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по критерию «предотвращенный экономический ущерб». В процессе решения многокритериальная задача оптимизации сводилась к однокритериальной, решаемым методами математического программирования. Результаты были получены с использованием методов главного критерия и последовательных уступок. Поставленные задачи решались с помощью средств MS Excel, с использованием инструмента «Поиск решения». Апробация решения задачи проведена на статистических данных федерального уровня. Получены оптимальные показатели деятельности органов и организаций Роспотребнадзора для сценария, при котором сохраняется существующий уровень финансирования. Применение оптимальной модели действий позволяет прогнозировать увеличение на 38% предотвращенных экономических потерь от недопроизводства ВВП вследствие утраты здоровья экономически активным населением страны при тех же затратах на контрольно-надзорную деятельность Роспотребнадзора. Решение оптимизационной задачи по критерию финансовых затрат на деятельность Роспотребнадзора показало, что сокращение объемов финансирования контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека даже при оптимизации системы мероприятий может иметь следствием снижение суммарных предотвращенных экономических потерь. Последнее свидетельствует об актуальности сохранения уровня обеспечения санитарного надзора при совершенствовании его структуры и организации.

Ключевые слова: многокритериальная задача оптимизации; здоровье населения; факторы среды обитания; действия Роспотребнадзора.

Для цитирования: Зайцева Н.В., Кирьянов Д.А., Май И.В., Шур П.З., Цинкер М.Ю. Концептуальная постановка и опыт решения задачи оптимизации контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(1): 10-15. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-10-15>

Zaitseva N.V.^{1,2}, Kiryanov D.A.^{1,2}, May I.V.^{1,3}, Shur P.Z.^{1,2}, Tsinker M.Yu.¹

CONCEPTUAL ASSIGNMENT AND EXPERIENCE OF THE TASK SOLUTION FOR OPTIMIZATION OF SUPERVISORY ACTIVITIES IN THE FIELD OF SANITARY AND EPIDEMIOLOGICAL WELFARE OF THE POPULATION

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation;

²Perm State University, Perm, 614990, Russian Federation;

³Perm National Research Polytechnic University, Perm, 614028, Russia

In the article there is considered the problem of optimization of the control and supervision activities of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing on the criterion “prevention of the economic damage”. In the process of the solution of the multi-objectives optimization the task was reduced to one-criterion, to be solved by the methods of mathematical programming. The results were obtained by the use of main criterion methods and successive concessions. The problems were solved with the help of MS Excel means, by using “Search solution” tool. Testing of the solution of the problem was performed on the statistical data at the federal level. The optimal performance indices of the activity of agencies and organizations of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing were acquired for the script, which preserves the existing level of funding. The use of an optimal model of action allows to predict an increase by 38% of prevention of economic losses from underproduction of Gross Domestic Product due to the loss of health of economically active population of the country at the same cost to the supervisory activities of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing. The solution of problems of optimization by the criterion of financial costs of activities of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing has shown that the reduction in funding of control and supervisory activities of the Federal Service for Surveillance on Consumer

Для корреспонденции: Кирьянов Дмитрий Александрович, канд. тех. наук, зав. отд. математического моделирования систем и процессов, ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь. E-mail: kda@fcrisk.ru

Rights Protection and Human Wellbeing even in case of the system of measures' optimization could have the effect of lowering the total avoided economic loss. The latter indicates to the relevance of the maintenance of the level of providing health surveillance when improving its structure and organization.

Key words: multi-objective optimization problem; public health; environmental factors; Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing measures.

For citation: Zaitseva N.V., Kiryanov D.A., Mayl.V., Shur P.Z., Tsinker M.Yu. Conceptual assignment and experience of the task solution for optimization of supervisory activities in the field of sanitary and epidemiological welfare of the population. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(1): 10-15. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-10-15>

For correspondence: Dmitry A. Kiryanov, MD, Ph.D., head of the department of mathematical modeling of systems and processes, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation. E-mail: kda@fcrisk.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: 19.09.2016

Accepted: 07.11.2016

Введение

Деятельность органов и организаций Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека предусматривает проведение широкого спектра контрольно-надзорных мероприятий, направленных на обеспечение соблюдения обязательных требований санитарного законодательства. При этом в качестве основных показателей, которые должны быть достигнуты, выступают уровни предотвращенной заболеваемости, смертности населения и увеличение ожидаемой продолжительности жизни населения страны. Установление, количественная оценка и доказательство связи контрольно-надзорной деятельности службы с показателями состояния здоровья населения требуют применения современных наукоёмких методов и инструментов. Важность внедрения в практику службы Роспотребнадзора новых эффективных подходов, обеспечивающих управление санитарно-эпидемиологической обстановкой, отмечена ведущими специалистами в области гигиены и эпидемиологии и организации здравоохранения [1–4]. Такие инструменты разрабатываются и в России, и за рубежом. Так, для задач выявления приоритетных факторов, оказывающих влияние на здоровье человека, применяют методы оценки риска и пробит-анализа [5, 6]. Для выявления зависимостей в системе «среда-здоровье» широко используют методы математического моделирования нейронных сетей [7–9]. Прогнозы изменений в состоянии здоровья выполняют методами нелинейного матричного прогнозирования или теории чувствительности [10, 11]. В работах белорусских исследователей отражены результаты решения многокритериальной задачи оптимизации распределения бюджетных средств методами нечетких множеств и интервального анализа [12].

Вместе с тем задача повышения результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека требует системного подхода и разработки методов анализа информации, которые с высокой степенью доверия к ним позволили бы принимать управленческие решения по совершенствованию структуры службы в регионах, обосновывать изменение объемов и содержания действий отдельных подразделений и т.п. Цель исследования – отработка методических подходов к оптимизации контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора с целью повышения эффективности управления качеством объектов среды обитания и состоянием здоровья населения.

Материал и методы

Объектом исследования являлись математические модели связи плановых и внеплановых контрольно-надзорных действий Роспотребнадзора в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия с параметрами среды обитания и здоровья населения на территориях, где данные действия реализовались. Рассматривали данные всех регионов Российской Федерации за период 2011–2014 гг. Исходили из предположения, что усиление интенсивности надзорных действий приводит к повышению качества объектов среды обитания, которое, в свою очередь, имеет следствием снижение рисков и уменьшение числа случаев ассоциированных с факторами среды обитания заболеваний и смертей населения.

Решали оптимизационную задачу, которая заключалась в определении значений отдельных показателей деятельности, соответствующих экстремумам целевых функций. В качестве переменных для формирования целевых функций выступали параметры состояния объектов среды обитания и здоровья населения.

Концептуально задача была сформулирована следующим образом: определить значения показателей деятельности Роспотребнадзора, достижение которых позволит обеспечить наибольшие предотвращенные потери здоровья населения при заданных финансовых затратах. Следует отметить, что в общем случае могут задаваться разные критерии оптимизации, в том числе финансовые, которые в том числе могут носить антагонистический характер. К примеру, снижение затрат на контрольно-надзорную деятельность может обеспечивать экономию средств, но негативно сказываться на конечном результате – показателях здоровья населения и т.п.

На схеме 1 представлена структурная схема системы управления качеством среды обитания и состоянием здоровья населения за счет деятельности Роспотребнадзора.

На схеме выделены параметры контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, которые определенным образом оказывают воздействие на элементы подсистемы «среда обитания», соответственно влияющие на параметры подсистемы «здоровье населения». Каждую подсистему описывали совокупностью показателей, содержащихся в формах государственного статистического наблюдения, внутриведомственного учета, иных релевантных источников информации.

Так, деятельность Роспотребнадзора характеризовали показателями и параметрами, содержащимися в форме 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (над-

Схема 1. Структурная схема системы управления качеством среды обитания и состоянием здоровья населения за счет деятельности Роспотребнадзора

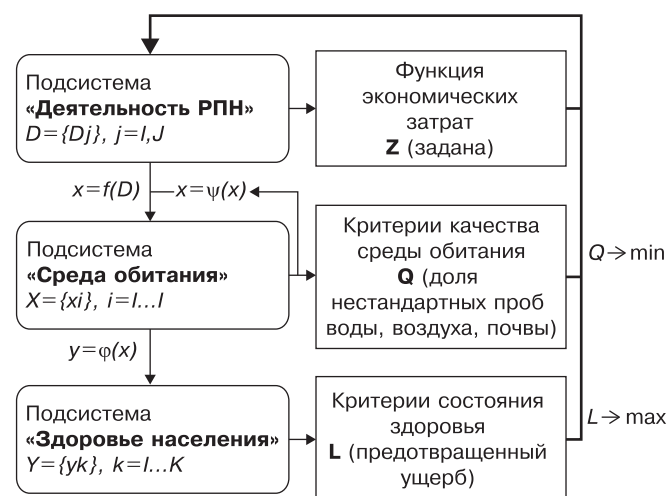
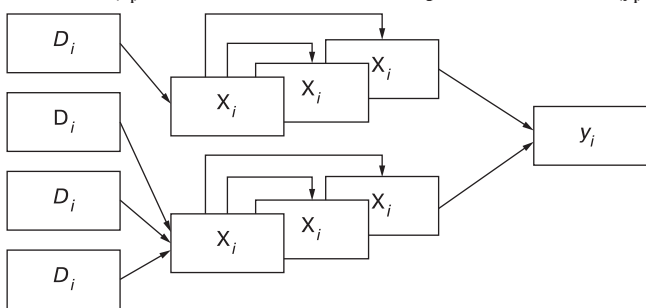


Схема 2. Принципиальная схема связей в системе «контрольно-надзорные действия (D_i) – факторы среды обитания (x_i) – показатели состояния здоровья населения» (y_i)



зора) и муниципального контроля», качество объектов среды обитания – в форме 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» и в данных СГМ, состояние здоровья – в информационных материалах по заболеваемости и смертности населения. Для моделирования системы причинно-следственных связей использовали данные в разрезе субъектов РФ за 2011–2014 гг. с годовым периодом осреднения.

Исходили из гипотезы, что на изменение того или иного показателя состояния здоровья населения (y_i) может оказывать влияние один, два или несколько параметров среды обитания (x_i). Последние, в свою очередь, могут «реагировать» на разные контрольно-надзорные действия Роспотребнадзора или действия в отношении объектов, осуществляющих разные виды деятельности (D_i) (схема 2).

Моделирование выполняли с использованием множественного регрессионного анализа, учитывая возможную нелинейность связи. Множественная регрессионная модель, описывающая зависимость изменения показателей здоровья от совокупности факторов среды обитания, имела вид:

$$y_{kv} = a_{0kv} + \sum_i a_{ikv} \varphi(x_i), \quad (1)$$

где y_{kv} – k -й показатель здоровья населения (заболеваемость, смертность) в v -й возрастной группе; x_i – i -й фактор среды обитания; $\varphi(x_i)$ – функция, учитывающая нелинейный характер связи; a_{0kv} , a_{ikv} – коэффициенты модели.

При построении регрессионных моделей были использованы линейная, квадратичная, экспоненциальная и логарифмическая функции. Критерием выбора функции являлся максимум коэффициента детерминации модели R^2 при $p < 0,01$ и $F > 3$.

Аналогично записывали модели зависимости, описывающие связь между факторами среды обитания (x_i) и действиями Роспотребнадзора (D_j). Показатели деятельности выступали в качестве независимых переменных, показатели среды обитания – зависимых переменных.

В процессе моделирования каждая полученная модель помимо стандартной проверки статистических критериев проходила экспертизу на отсутствие противоречий известным механизмам влияния и рабочим гипотезам. Поскольку модели зависимостей между показателями задаются специальными функциями, в совокупности они представляли собой систему причинно-следственных связей и описывали реакцию подсистем на изменение параметров управления.

Совокупность моделей «среда–здоровье» и «действия Роспотребнадзора – среда обитания» формировала систему причинно-следственных связей между элементами подсистем при решении задачи оптимизации и позволяла определить показатели, участвующие в расчете целевых функций.

Относительное число предотвращенных случаев нарушений здоровья (заболеваемости и смертности) за счет деятельности Роспотребнадзора определяли по соотношению:

$$\Delta y_{kv} = \sum (y_{kv}(\sum x_i(\Delta_j = 0)) - y_{kv}(\sum x_i(D_j))), \quad (2)$$

где Δy_{kv} – относительные ассоциированные показатели здоровья населения, предотвращенные за счет деятельности Роспотребнадзора.

Абсолютное число случаев нарушений здоровья в возрастных группах, предотвращенных контрольно-надзорной деятель-

ностью Роспотребнадзора, необходимое для расчета первого критерия оптимизации, определяли по соотношению:

$$\Delta Y_{kv} = \Delta y_{kv} N_v, \quad (3)$$

где N_v – численность возрастной группы.

Поскольку система включает наличие обратной связи, достижение целей управления производили за счет изменения показателей контрольно-надзорной деятельности (параметров управления, D_j).

Общая постановка задачи оптимизации предусматривает использование критериев, отражающих состояние здоровья, качество объектов среды обитания и средств, затрачиваемых на контрольно-надзорную деятельность. Однако поскольку значительное число критериев оптимизации приводит к существенным техническим сложностям при поиске решения, в данном исследовании решали однокритериальную задачу, при этом в качестве критерия оптимизации был выбран показатель «предотвращенные экономические потери от ассоциированной с факторами среды обитания заболеваемости и смертности населения» [13]. Экономические потери рассматривали как произведение количества предотвращенных случаев заболеваний и смерти и «стоимости» случая заболевания или смерти. «Стоимость» случая определяли по величине недопроизводства внутреннего валового продукта страны из-за выбытия человека из хозяйственной деятельности.

Ограничения в виде неравенств определяли исходя из физического смысла показателей и их варибельности. Принимали, что показатели смертности, инвалидизации и заболеваемости населения не могут принимать отрицательные значения (4). Качество среды обитания характеризовали долей проб, не соответствующих гигиеническим нормативам, минимальное значение принимали соответствующим нулю, максимальное – 100% (5). Нижнюю границу каждого возможного контрольно-надзорного действия принимали на уровне наименьшего значения среди всех субъектов РФ D_{\min}^{pb} за исследуемый период (5). Таким образом, ограничения в виде неравенств имели вид:

$$0 \leq Y_{kv}, \quad (4)$$

$$0 \leq x_i \leq 100, \quad (5)$$

$$D_{\min}^{pb} \leq D_j \leq D_{\max}, \quad (6)$$

Кроме того, вводили дополнительное ограничение: управляемые параметры не могут изменяться более чем в 2 раза.

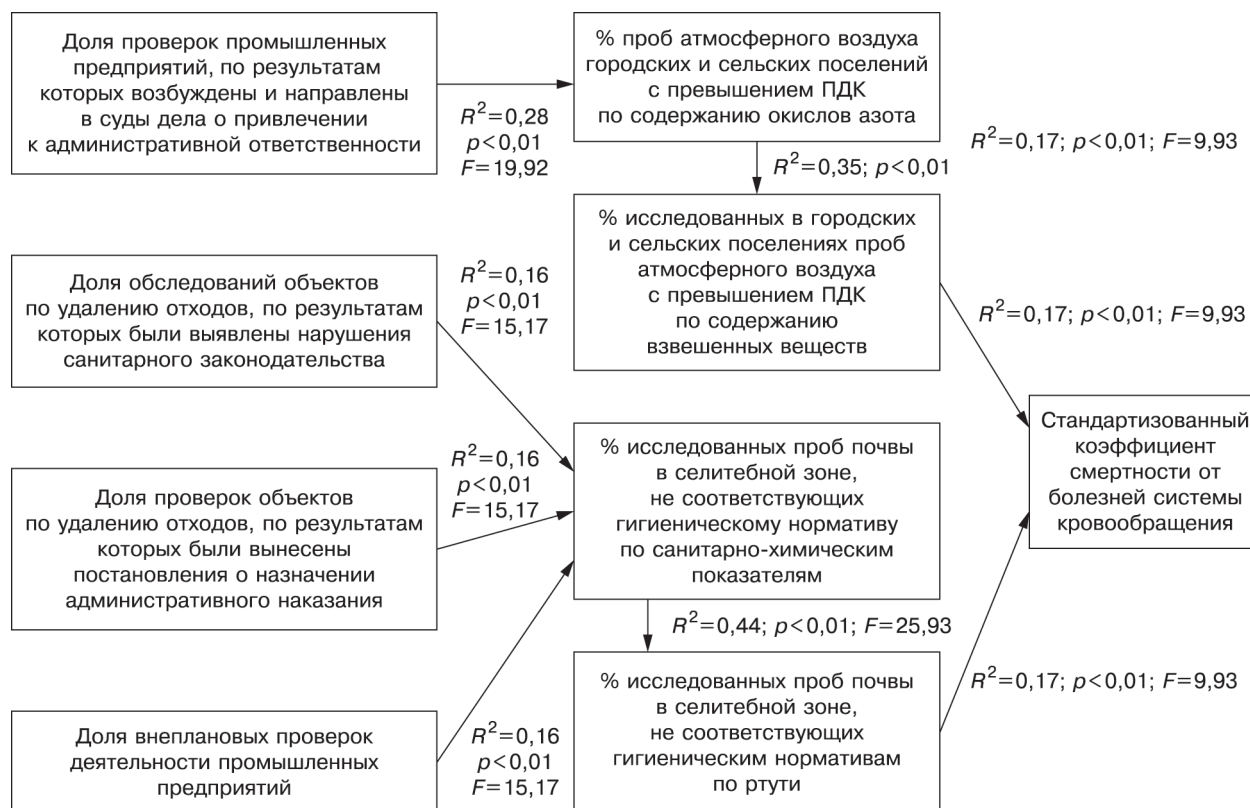
Формальная математическая постановка задачи оптимизации заключалась в нахождении при наличии ряда ограничений экстремума целевой функции (наилучших показателей предотвращенного экономического ущерба) за счет варьирования параметров управления, в качестве которых выступали показатели деятельности органов и организаций Роспотребнадзора D_j .

Необходимым представлялось определить параметры деятельности, позволяющие достичь максимальных предотвращенных потерь при текущих затратах путем перераспределения ресурсов внутри системы. Для решения задачи использовали метод главного критерия. В качестве главного критерия выбрали максимальные предотвращенные экономические критерии, соответственно целевая функция по минимизации затрат переводилась в разряд ограничений $Z = Z_{\text{фикс}}$.

Результаты и обсуждение

Апробацию предлагаемых подходов реализовали на примере анализа ряда видов деятельности в сфере надзора за коммунальной гигиеной. В результате моделирования системы причинно-следственных связей был получен ряд статистически значимых множественных моделей «деятельности Роспотребнадзора – среда обитания», прошедших экспертизу. В качестве независимых переменных выступали 13 показателей деятельности Роспотребнадзора, среди которых: доля обследований промышленных предприятий, при которых выявлены нарушения санитарно-эпидемиологических требований; относительное число внеплановых проверок объектов по удалению сточных вод, при которых применялись лабораторные и инструментальные методы исследования населения (на 1000 населения на территории); доля проверок промышленных предприятий, по результатам которых

Схема 3. Пример логической цепочки в системе «контрольно-надзорные действия – факторы среды обитания – показатели состояния здоровья населения»



возбуждены и направлены на рассмотрение в суды дела о привлечении к административной ответственности за нарушение санитарного законодательства, доля проверок промышленных предприятий, по результатам которых вынесены представления об устранении причин, способствовавших совершению административного нарушения, и пр.

Именно эти действия Роспотребнадзора имели одно- и многомерные достоверные связи с параметрами среды обитания в городских и сельских поселениях регионов ($R^2 = 0,1 \div 0,84$; $F = 9,9 \div 315,5$; $p < 0,01$).

Параллельно решались задачи установления статистически значимых моделей зависимости между факторами среды обитания и здоровьем населения и установления внутренних взаимосвязей показателей качества среды обитания между собой.

На основе сопряженного анализа форм федерального информационного фонда и данных СГМ получено более 25 моделей связи показателей в системе «среда–здоровье».

Так, к примеру, установлены как линейные, так и нелинейные зависимости между:

- долей нестандартных проб атмосферного воздуха в городских и сельских поселениях по взвешенным веществам; долей проб с нарушением гигиенических нормативов по содержанию тяжелых металлов в почвах селитебных территорий и стандартизованными показателями смертности населения от болезней кровообращения ($a = 613,2$; $b_1 = 2,68$; $b_2 = 19,3$; $R_2 = 0,17$; $F = 9,93$; $p < 0,09$);

- долей источников и водопроводов питьевого центрального водоснабжения, не отвечающих санитарным нормам, и правилами и показателями смертности населения старше трудоспособного возраста от болезней органов пищеварения ($a = 128,01$; $b = 2,57$; $R^2 = 0,47$; $F = 219,04$; $p < 0,01$);

- долей проб атмосферного воздуха с превышениями ПДК по содержанию аммиака; фтора и толуола и заболеваемостью всего населения болезнями органов дыхания ($a = 32\,082$; $b_1 = 503,5$; $b_2 = 1357,5$; $b_3 = 825,4$; $R^2 = 0,20$; $F = 8,28$; $p < 0,01$).

В целом установленные модели характеризовали более сложные связи системы «среда–здоровье», поскольку методами факторного анализа были установлено, что некоторые факторы

среды обитания коррелированы между собой, могут быть сгруппированы, а внутренние связи факторов между собой – количественно описаны. Так, к примеру, в одну группу факторов среды обитания вошли показатели, характеризующие загрязнение атмосферного воздуха городских и сельских поселений оксидами азота, взвешенными веществами, бенз(а)пиреном, фенолом, оксидом углерода, оксидом серы, и показатель, характеризующий долю нестандартных проб атмосферного воздуха в целом. Другая группа факторов была сформирована тяжелыми металлами в атмосферном воздухе (свинец, марганец, прочие тяжелые металлы). Третья – тяжелыми металлами в почвах (ртуть, кадмий, марганец, свинец) и общей долей нестандартных проб почв по санитарно-химическим показателям и т.п.

Данные о параметрах связи показателей между собой позволяют реализовать модели, где вместо одного показателя может использоваться иной, характерный для той или иной территории. Вместе с тем даже имеющиеся модели позволили подтвердить адекватность выдвинутой гипотезы об управляемости здоровья населения действиями органов надзора. Пример реализации – на схеме 3.

Из схемы 3 видно, что смертность по причине болезней системы кровообращения (y_1) связана с двумя группами коррелированных факторов: 1-я группа – доля проб атмосферного воздуха с превышениями ПДК по оксидам азота (3) и взвешенным веществам (9), 2-я группа – доля проб почв селитебных территорий с превышением нормативов по санитарно-химическим показателям целом (5) и с превышением ПДК по ртути (10). Согласно модели «действия Роспотребнадзора – показатели качества среды обитания», на указанные группы факторов оказывают влияние проверки промышленных предприятий, по результатам которых возбуждены дела о привлечении к административной ответственности (D4); обследования объектов по удалению отходов, при которых были выявлены нарушения санитарного законодательства; проверки, по результатам которых вынесены постановления о назначении административного наказания и внеплановые проверки

Представленная на схеме 3 цепочка связей является типовым примером общей системы моделей. Зависимости, полученные в

результате статистического анализа данных, отражают общероссийские закономерности и позволяют определить наиболее чувствительные направления для возможного управления.

В целом установлено, что наиболее эффективными в части предупреждения дополнительных медико-демографических и экономических потерь являются:

- обследования объектов всех видов деятельности, по результатам которых возбуждены и направлены на рассмотрение в суды дела о привлечении к административной ответственности лиц, нарушивших требования санитарного законодательства;
- обследования деятельности промышленных предприятий и объектов по удалению отходов, в результате которых были выявлены нарушения санитарного законодательства;
- наложение на промышленные предприятия штрафов за нарушение санитарного законодательства;
- плановые и внеплановые проверки, при которых применялись лабораторные и инструментальные исследования и ряд других.

Решение оптимизационной задачи показало, что перераспределение ресурсов внутри деятельности Роспотребнадзора позволяет увеличить предотвращенные экономические потери. Так, к примеру, для достижения максимального эффекта в условиях выявленного влияния объектов надзора на состояние среды обитания оптимальным представляется существенное увеличение в ряде регионов результативных проверок промышленных предприятий, по итогам которых возбуждены и направлены в суды дела о привлечении нарушителей санитарно-эпидемиологических требований к административной ответственности в рамках Федерального закона № 294-ФЗ. Экономически оправданным является увеличение плановых проверок объектов по удалению отходов. При этом требую совершенствования программы инструментальных и лабораторных исследований при проведении внеплановых проверок в целом и плановых проверок объектов по распределению воды и т.п. Предлагаемые изменения напрямую указывают на актуальность и потенциальную эффективность внедрения риск-ориентированной модели в контрольно-надзорную деятельность Роспотребнадзора. Объективное увеличение доли обследований, которые имеют следствием выявление нарушений санитарного законодательства, возбуждение административных дел, наложение штрафов и пр., возможно только через изменение структуры контролируемых объектов, через включение в планы проверок объектов с наибольшей потенциальной частотой нарушения обязательных требований и наибольшим риском нанесения вреда здоровью человека.

По данным государственного доклада [18], текущая контрольно-надзорная деятельность Роспотребнадзора по результатам 2015 г. обеспечивает предотвращение порядка 226 млрд рублей потерь валового внутреннего продукта и более 45,2 млрд рублей недопоступления налогов в федеральный бюджет. При текущих затратах государства на ведение контроля в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения экономическая эффективность составила порядка 6,55 руб. на 1 руб. вложений федерального бюджета. По результатам решения задачи оптимизации установлено, что совершенствование структуры и объемов контрольно-надзорных мероприятий обеспечивает при сохранении общих затрат на деятельность Роспотребнадзора повышение эффективности ориентировочно на 35–36%.

Повышение плотности контроля на объектах с высоким риском нарушения санитарного законодательства и нанесения вреда здоровью человека возможно за счет снижения частоты, объемов и лабораторного сопровождения проверочных мероприятий на объектах низкого риска, деятельность которых имела наименее выраженные связи с показателями состояния здоровья населения.

Решение оптимизационной задачи по критерию финансовых затрат на деятельность Роспотребнадзора показало, что снижение объемов финансирования контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы даже при совершенствовании структуры мероприятий неизбежно ведет к снижению суммарных предотвращенных экономических потерь, которые составляют не более 87% от оптимально достигаемого уровня. Последнее свидетельствует об актуальности сохранения уровня обеспечения санитарного надзора при совершенствовании его структуры и организации.

Заключение

В целом проведенное исследование демонстрирует адекватную техническую возможность проведения расчетов по оптимизации деятельности Роспотребнадзора, позволяя выявить и рекомендовать для задач планирования наиболее эффективные виды контрольно-надзорных мероприятий и объекты надзора (в разрезе видов деятельности). Постановка и решение задач оптимизации существенно повышают знания о возможном реагировании системы в ответ на контрольно-надзорные действия и позволяют оценить степень ее управляемости, позволяют обосновать приоритетные направления изменения параметров организационно-функциональной модели, приводящие к повышению соотношения затрат и ожидаемых экономических эффектов.

Вместе с тем проведенное исследование показало необходимость более тщательного анализа исходной информации, представляемой органами Роспотребнадзора. Кроме того, актуальным представляется проведение углубленных исследований, направленных на изучение результативности и эффективности действий санитарно-эпидемиологического надзора на объектах разных категорий (классов) по риску причинения вреда здоровью, осуществляющих деятельность в сфере гигиены детей и подростков, гигиены питания, гигиены труда и пр.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Онищенко Г.Г. Оценка и управление рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации. *Анализ риска здоровью*. 2013; (1): 4–14.
2. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Авалиани С.Л., Сеницына О.О., Шашина Т.А. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования. *Анализ риска здоровью*. 2015; (2): 4–14.
3. Попова А.Ю., Ежлова Е.Б., Мельникова А.А., Фролова Н.В., Сенникова В.Г., Морозова Н.С. О качестве и результативности эпидемиологического надзора за ПОЛИО/ОВП и организации профилактических мероприятий на территории Российской Федерации. *Здоровье населения и среда обитания*. 2016; (4): 31–44.
4. Измеров Н.Ф. Современные проблемы медицины труда России. *Медицина труда и экология человека*. 2015; (2): 5–12.
5. Матешева А.В. Методика долгосрочного прогноза риска для здоровья вследствие антропогенного загрязнения воздуха. *Технологии живых систем*. 2007; 4(4): 47–54.
6. Красовский В.О., Бадамшина Г.Г., Бакиров А.Б. Пробит-анализ в гигиенической оценке профессиональных рисков для здоровья. *Санитарный врач*. 2015; (4): 11–5.
7. Цинкер М.Ю., Кирьянов Д.А., Клейн С.В. Статистическое моделирование для оценки влияния факторов среды обитания на индикаторные показатели здоровья населения Российской Федерации. *Здоровье населения и среда обитания*. 2013; (11): 10–3.
8. Ермолаева С.В., Журавлев В.М., Смагин А.А., Липатова С.В. Система поддержки принятия решений для оценки воздействия факторов среды на здоровье населения на основе моделирования. *Экология человека*. 2016; (3): 9–17.
9. Гергет О.М., Кочегуров В.А. Выявление закономерностей динамических процессов на основе энергоинформационных технологий. *Бюллетень сибирской медицины*. 2014; 13(4): 32–7.
10. Денисов Э.И., Еремин А.Л., Степанян И.В., Бодякин В.И. Вопросы измерения и оценки информационных нагрузок при умственном труде. *Нейрокомпьютеры: разработка, применение*. 2013; (10): 054–62.
11. Зайцева Н.В., Шур П.З., Бабушкина Е.В., Гусев А.Л. Методические подходы к определению вклада органов и организаций Роспотребнадзора в управление риском здоровью населения. *Здоровье населения и среда обитания*. 2010; (11): 11–3.
12. Дилгенский Н.В., Дымова Л.Г., Севастьянов П.В. *Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология*. М.: Издательство Машиностроение-1; 2004.
13. Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З., Кирьянов Д.А. Методические подходы к оценке результативности и экономической эффективности риск-ориентированной контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора. *Анализ риска здоровью*. 2014; (1): 4–13.
14. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2015 году». М.; 2016.

References

- Onishchenko G.G. Health risk assessment and management as an effective tool to solve issues to ensure the health and epidemiological well-being of the Russian Federation population. *Analiz riska zdorov'yu*. 2013; (1): 4–14. (in Russian)
- Rakhmanin Yu.A., Novikov S.M., Avaliani S.L., Sinitsyna O.O., Shashina T.A. Actual problems of environmental factors risk assessment on human health and ways to improve it. *Analiz riska zdorov'yu*. 2015; (2): 4–14. (in Russian)
- Popova A.Yu., Ezhlova E.B., Mel'nikova A.A., Frolova N.V., Sennikova V.G., Morozova N.S. About the quality and effectiveness of epidemiological surveillance of POLIO/AFP and the organization of preventive activities on the territory of the Russian Federation. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2016; (4): 31–4. (in Russian)
- Izmerov N.F. Modern problems of occupational medicine Russia. *Medit-sina truda i ekologiya cheloveka*. 2015; (2): 5–12. (in Russian)
- Matesheva A.V. A Method of Long-Dated Forecast of the Health Risk Caused by the Vehicular Pollution. *Tekhnologii zhivyykh sistem*. 2007; 4(4): 47–54. (in Russian)
- Krasovskiy V.O., Badamshina G.G., Bakirov A.B. Probit analysis for hygienic assessment of professional health risks. *Sanitarnyy vrach*. 2015; (4): 11–5. (in Russian)
- Tsinker M.Yu., Kir'yanov D.A., Kleyn S.V. Application of statistical modelling for the assessment of environment influence on the population health in Russian Federation. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2013; (11): 10–3. (in Russian)
- Ermolaeva S.V., Zhuravlev V.M., Smagin A.A., Lipatova S.V. Model-based decision support system for assessment of environmental factors impact on population health. *Ekologiya cheloveka*. 2016; (3): 9–17. (in Russian)
- Gerget O.M., Kochegurov V.A. Energy-Information Approach for Finding Dynamical Process Pattern. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*. 2014; 13(4): 32–7. (in Russian)
- Denisov E.I., Eremin A.L., Stepanyan I.V., Bodyakin V.I. Issues of measurement and estimation of information load at intellectual labour. *Neurokomp'yutery: razrabotka, primeneniye*. 2013; (10): 054–62. (in Russian)
- Zaytseva N.V., Shur P.Z., Babushkina E.V., Gusev A.L. Methodical approaches to determining the contribution of institutions and services of the federal state service for surveillance in the sphere of consumers protection and human well-being to health risk management. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2010; (11): 11–3. (in Russian)
- Dilgenskiy N.V., Dymova L.G., Sevast'yanov P.V. *Fuzzy Modeling and Multi-Criteria Optimization of Production Systems under Uncertainty: Technology, Economy, Ecology* [Nechetkoe modelirovaniye i mnogokriterial'naya optimizatsiya proizvodstvennykh sistem v usloviyakh neopredelennosti: tekhnologiya, ekonomika, ekologiya]. Moscow: Izdatel'stvo Mashinostroeniye-1; 2004. (in Russian)
- Zaytseva N.V., May I.V., Shur P.Z., Kir'yanov D.A. Methodological approaches for assessment performance and economical efficiency of the risk-oriented control and supervision of the federal service on customers' rights protection and human well-being surveillance (Rosspotrebnadzor). *Analiz riska zdorov'yu*. 2014; (1): 4–13. (in Russian)
- State Report «On the state of sanitary – epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2015». Moscow; 2016. (in Russian)

Поступила 19.09.16

Принята к печати 07.11.16

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 614.7:628.5

Вековшинина С.А.¹, Клейн С.В.^{1,2}, Ханхареев С.С.³, Макарова Л.В.⁴, Мадеева Е.В.³, Болوشيнова А.А.³

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ Г. ЗАКАМЕНСКА – ТЕРРИТОРИИ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ОТХОДОВ ДЖИДИНСКОГО ВОЛЬФРАМО-МОЛИБДЕНОВОГО КОМБИНАТА

¹ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь;²ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614990, Пермь;³Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Бурятия, 670013, Улан-Удэ;⁴ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Бурятия», 670031, Улан-Удэ

Показано, что длительное хранение на территории г. Закаменск Республики Бурятия отходов прошлой хозяйственной деятельности Джидинского вольфрамо-молибденового комбината (ДВМК) имело следствием повышенное содержание в атмосферном воздухе поселения взвешенных веществ, свинца и постоянное присутствие тяжелых металлов (кадмия, никеля, хрома и пр.). При нормативном качестве воды централизованной системы водоснабжения город отличают повышенные уровни тяжелых металлов в воде общественных и частных колодцев. Зарегистрированы высокие концентрации тяжелых металлов в почвах города. Продукты питания местного производства соответствуют гигиеническим требованиям, однако и в растительной, и в молочной, и в мясной продукции регистрируются тяжелые металлы в значимых концентрациях, комплексное воздействие которых формирует повышенные уровни риска (НІfo до 1,60). Наличие компонентов, характерных для отходов ДВМК, во всех объектах среды обитания комплексно формирует недопустимый для жителей города канцерогенный риск (TCR до $1,5 \cdot 10^{-3}$) и неканцерогенные риски нарушения функций органов дыхания, центральной нервной системы, системы крови, эндокринной системы и пр. (ТНІ до 17). Приоритетными факторами риска являются соединения хрома, свинца, меди, марганца и кадмия, поступающие в организм с атмосферным воздухом, питьевой водой и продуктами питания местного производства.

Ключевые слова: гигиеническая оценка, качество среды обитания, отходы прошлой хозяйственной деятельности, риск здоровью, тяжелые металлы.

Для цитирования: Вековшинина С.А., Клейн С.В., Ханхареев С.С., Макарова Л.В., Мадеева Е.В., Болوشيнова А.А. Оценка качества среды обитания и рисков для здоровья населения г. Закаменска – территории длительного хранения отходов Джидинского вольфрамо-молибденового комбината. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(1): 15–20. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-15-20>

Vekovshinina S.A.¹, Kleyn S.V.^{1,2}, Hankhareev S.S.³, Makarova L.V.⁴, Madeeva E.V.³, Boloshinova A.A.³

THE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY AND RISKS FOR THE POPULATION OF THE CITY OF ZAKAMENSK – TERRITORY OF LONG-TERM STORAGE OF WASTE OF DZHIDINSKY TUNGSTEN-MOLYBDENUM COMBINE

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation;²Perm State National Research University, Perm, 614990, Russian Federation;³Center for Hygiene and Epidemiology of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare for the Republic of Buryatia, Ulan-Ude, 670013, Russian Federation;⁴"Center of Hygiene and Epidemiology in the Republic of Buryatia", 670031, Ulan-Ude, Russian Federation

The long-term storage of the waste of the past activity of Dzhidinsky tungsten and molybdenum combine (DTMC) in the territory of the Republic of Buryatia, city of Zakamensk, was shown to become a reason of the high content of