

© ГОРЯЕВ Д.В., ТИХОНОВА И.В., 2022

Горяев Д.В., Тихонова И.В.

Цифровые технологии в задачах управления санитарно-эпидемиологической ситуацией на уровне субъекта федерации

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, 660049, Красноярск, Россия

Введение. Задачи управления санитарно-эпидемиологической ситуацией на региональном уровне связаны с хранением, передачей и анализом больших массивов данных, что определяет актуальность их оцифрования.

Цель — обосновать использование цифровых технологий обработки динамической пространственно-распределенной информации для оптимизации управленческих решений в отношении обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Материал и методы. Использованы системный, математический, геоинформационный анализ, прогноз, онлайн-консультирование.

Результаты. На примере Красноярского края осуществлено применение цифровых технологий оценки, анализа и оптимизации санитарно-эпидемиологической ситуации регионального и муниципального уровней (55 муниципалитетов, 2,9 млн человек населения, 40 тыс. производственных объектов, 19 классов болезней и причин смерти, около 10 лет наблюдений, 50 тыс. исследований состояния здоровья и др., всего 1,5 млрд единиц информации). Оценено количественно с геоинформационной привязкой территориальное распределение суммарного риска причинения потенциального вреда здоровью населения, выявлено смещение приоритетов в сторону локализации деятельности хозяйствующих субъектов. Оцифрованы зоны аэротехногенных воздействий на население, оценены максимумы распространения заболеваний, ассоциированных с риском причинения вреда здоровью экспонированного населения. Получены цифровые параметры моделей зависимости заболеваемости населения от суммарного риска причинения вреда здоровью населения, формируемого субъектами различных видов деятельности.

С использованием цифровых технологий обоснована эффективная модель системы социально-гигиенического мониторинга регионального уровня, основанная на сопряжении с риск-ориентированной контрольно-надзорной деятельностью. Их оптимальное взаимодействие в отношении санитарно-эпидемиологической ситуации обеспечивается циклическим взаимосвязанным процессом планирования, устранения зон избыточно высокой или неприемлемо низкой интенсивности наблюдений.

Ограничения исследования. Результаты проведенного исследования применимы только на территориях федеральных округов, регионального и муниципального уровней Российской Федерации.

Заключение. Потенциал оптимизации санитарно-эпидемиологической ситуации регионального и муниципального уровней достаточно высок. Цифровизация обеспечивает оперативность, высокую точность, подбор сценария управленческих решений для минимизации рисков здоровью населения.

Ключевые слова: цифровизация; базы данных; санитарно-эпидемиологическая ситуация; здоровье; прогноз

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Горяев Д.В., Тихонова И.В. Цифровые технологии в задачах управления санитарно-эпидемиологической ситуацией на уровне субъекта федерации. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2022; 66(5): 375–379. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-5-375-379>
<https://elibrary.ru/lrpbxg>

Для корреспонденции: Тихонова Ирина Викторовна, канд. мед. наук, начальник отдела социально-гигиенического мониторинга, Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, 660049, Красноярск. E-mail: tihonova_iv@24.rospotrebnadzor.ru

Участие авторов: Горяев Д.В. — концепция и дизайн исследования, редактирование, статистическая обработка, написание текста; Тихонова И.В. — сбор и обработка материала, статистическая обработка, составление списка литературы, написание текста. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Поступила 26.08.2022

Принята в печать 05.09.2022

Опубликована 17.10.2022

© AUTHORS, 2022

Dmitry V. Goryaev, Irina V. Tikhonova

Digital technologies in the tasks of managing the sanitary-epidemiological situation at the level of the subject of the Federation

Administration of the Federal Supervision Service for Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Krasnoyarsk Region, Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

The relation of tasks of managing the sanitary and epidemiological situation at the regional level to the storage, transmission and analysis of large data arrays determines the relevance of their digitization for data transformation and computational operations.

Purpose: to use digital technologies for processing dynamic spatially distributed information to optimize management decisions regarding the provision of sanitary-epidemiological welfare of the population.

Methods: system and mathematical analysis, geoinformation analysis, forecasting, online consulting, computing technologies.

Results. Using the example of the Krasnoyarsk Territory, digital technologies were used to assess, analyze and optimize the sanitary-epidemiological situation at the regional and municipal levels (55 municipalities, 2.9 million people, 40 thousand production facilities, 19 classes of diseases and causes of death, about 10 years of observations, 50.0 thousand health studies, etc, a total of 1.5 billion units of information).

The territorial distribution of the total risk of causing potential harm to the health of the population has been quantified with geoinformation binding, and a shift in priorities towards the location of the activities of economic entities has been revealed. The zones of aerotechnogenic impacts on the population were digitized, the maxima of the spread of diseases associated with the risk of harm to the health of the exposed population were estimated. There are obtained digital parameters of models of dependence of morbidity of the population on the total risk of harm to the health of the population formed by subjects of various types of activity.

With the use of digital technologies, at the regional level there is substantiated an effective model of the system of socio-hygienic monitoring, based on the combination with risk-oriented control and supervisory activities. Their optimal interaction in relation to the sanitary-epidemiological situation is ensured by a cyclical interconnected planning process that eliminates zones of excessively high or unacceptably low intensity of observations.

Limitations. The results of the conducted research on the use of digital technologies for processing dynamic spatially distributed information for the assessment, analysis and optimization of the sanitary-epidemiological situation are applicable only in the territories of federal districts, regional and municipal levels of the Russian Federation.

Conclusion. The potential for optimizing the sanitary-epidemiological situation at the regional and municipal levels is quite high. Digitalization provides efficiency, high accuracy, and selection of scenario management decisions to minimize risks to public health.

Keywords: digitalization; databases; sanitary-epidemiological situation; health; prognosis

Compliance with ethical standards. The study does not require the submission of the conclusion of the Biomedical ethics committee or other documents.

For citation: Goryaev D.V., Tikhonova I.V. Digital technologies in the tasks of managing the sanitary-epidemiological situation at the level of the subject of the Federation. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii (Health Care of the Russian Federation, Russian journal)*. 2022; 66(5): 375–379. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-5-375-379> <https://elibrary.ru/lrpbxg> (in Russian)

For correspondence: Irina V. Tikhonova, MD, PhD, Head of the Department of Social-Hygienic Monitoring, Administration of the Federal Supervision Service for Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Krasnoyarsk Region, Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation. E-mail: tikhonova_iv@24.rospotrebnadzor.ru

Information about the authors:

Goryaev D.V., <https://orcid.org/0000-0001-6450-4599>

Tikhonova I.V., <https://orcid.org/0000-0003-4111-8454>

Contribution of the authors: Goryaev D.V. — research concept and design, editing, statistical processing, writing the text; Tikhonova I.V. — material collection and processing, statistical processing, collection of literature data, compilation of the list of literature, writing the text. *All co-authors* – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

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

Received: August 26, 2022

Accepted: September 05, 2022

Published: October 17, 2022

Введение

«Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года»* и Национальным проектом «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (2019 г.) [1] определена необходимость повышения эффективности механизмов и средств для решения проблем охраны здоровья населения.

Реализация приоритетных направлений государственной политики в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей требует как совершенствования риск-ориентированной и профилактической модели надзорной деятельности, так и дальнейшего развития системы государственного социально-гигиенического мониторинга, ставшей по сути межведомственной, междисциплинарной системой, в части создания информационно-аналитического обеспечения, повышения потенциала управления риском здоровью населения [2–6].

Задачи управления санитарно-эпидемиологической ситуацией для обеспечения гигиенической безопасности населения на региональном уровне связаны с хранением, передачей и анализом больших массивов данных, отражающих многолетнюю динамику пространственно-распределённой информации [7].

Необходимость оперативного анализа и прогноза основных санитарно-гигиенических, медико-демографических, социально-экономических и других параметров определяет актуальность их оцифрования для преобразования данных и проведения вычислительных операций. Особую значимость вопросы прогноза параметров приобретают в условиях фактического снижения интенсивности контрольно-надзорной деятельности в отношении хозяйствующих субъектов.

Цель исследования — обосновать использование цифровых технологий обработки динамической пространственно распределённой информации для совершенствования принимаемых управленческих решений в части обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения на уровне отдельного субъекта РФ.

Задачи: обосновать принципы, критерии, алгоритм, информационную базу построения сопряжённой региональной системы риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности и социально-гигиенического мониторинга; формализовать цифровую модель причинно-следственных связей множества санитарно-эпидемиологических параметров и их оптимизации в системе, характеризующей состояние среды обитания и состояние здоровья населения.

Материал и методы

Для выполнения поставленных задач применена методология информационно-аналитического исследования, подчинённая разработанному единому алгоритму [8]. С использованием современных методов, обеспечивающих объективность и воспроизводимость результатов, осуществлено преобразование больших массивов информации. Интеллектуальной базой цифровых технологий исследования явился комплекс гигиенических методов, отдельных элементов эпидемиологических и системных аналитических методов, оптимизации и

экономической оценки, углублённых обследований состояния здоровья экспонированного населения, геоинформационный анализ.

Информационный массив данных, подлежащий оцифрованию, для решения поставленных задач был сформирован на примере Красноярского края и охватывал более 1,5 млрд единиц измерений и оценок (55 городских округов и муниципальных районов общей численностью 2,9 млн человек постоянного населения, 40 тыс. зарегистрированных производственных объектов, показатели заболеваемости и смертности населения в разрезе 19 классов болезней и причин смерти, более 100 показателей качества объектов среды обитания человека, около 10 лет мониторинговых наблюдений, 50 тыс. исследований состояния здоровья населения и др.).

Результаты

Использование цифровых технологий позволило получить принципиально новые результаты гигиенических оценок и прогнозов. Так, обработка целевым образом преобразованной информации позволила количественно оценить территориальное распределение суммарного риска причинения потенциального вреда здоровью населения, используя геоинформационную привязку. Выявлено смещение приоритетов в сторону городских, высокоурбанизированных территорий, в сторону локализации деятельности хозяйствующих субъектов, оцифрованы зоны аэротехногенных воздействий на население, количественно оценены максимумы распространения заболеваний, связанных с риском причинения вреда здоровью экспонированного населения (дополнительно 13–75% фактического уровня).

Моделирование зависимости распространённости заболеваний населения от суммарного риска причинения хозяйствующими субъектами различных видов деятельности вреда здоровью населения выполнено на примере атмосферного воздуха, и полученные цифровые параметры свидетельствуют о существенном влиянии на заболеваемость деятельности промышленных предприятий и транспортных средств (**таблица**).

С учётом степени агрегации информационных массивов данных социально-гигиенического мониторинга, результатов вычислительных экспериментов и оценок причинно-следственных связей разработана концептуальная схема интеграции данных социально-гигиенического мониторинга и контрольно-надзорной деятельности, учитывающая циклический характер процессов оптимизации.

Интеллектуальной основой интеграции данных явилось моделирование причинно-следственных связей и разработка описывающей их системы моделей, а также сопряжённый анализ результатов наблюдений социально-гигиенического мониторинга и контрольно-надзорных мероприятий. Цифровые технологии подготовки и обработки данных были использованы также для анализа динамики показателей качества объектов среды обитания человека, попадающих в зону влияния объектов надзора разных категорий риска причинения вреда здоровью, прогнозирования показателей здоровья и формирующихся тенденций, с оценкой эффективности и результативности проводимых контрольно-надзорных мероприятий на основе данных социально-гигиенического мониторинга.

В результате циклического процесса оптимизации обоснована эффективная модель социально-гигиенического мониторинга (региональный уровень), сопряжённая с системой риск-ориентированной контрольно-надзорной

* Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года, утверждённая указом Президента РФ от 01.12.2016 № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».

Модели зависимости заболеваемости населения от суммарного риска причинения вреда здоровью населения, связанного с загрязнением атмосферного воздуха, формируемым различными видами деятельности производственных объектов ($p \leq 0,05$)

Models of the dependence of the morbidity of the population on the total risk of harm to the health of the population associated with atmospheric air pollution generated by various types of activities of production facilities ($p \leq 0.05$)

| Вид деятельности Type of activities | Класс заболевания Disease class | Параметры моделей Model parameters | |
|--|--|---|--|
| | | коэффициент линейной регрессии linear regression coefficient | коэффициент детерминации (R^2) coefficient of determination (R^2) |
| Деятельность промышленных предприятий Activities of industrial enterprises | Новообразования / Neoplasms | 1,35E+07 | 0,10 |
| | Болезни органов дыхания Diseases of the respiratory system | 1,37E+08 | 0,12 |
| | Болезни кожи и подкожной клетчатки Diseases of the skin and subcutaneous tissue | 2,67E+07 | 0,08 |
| | Врождённые аномалии / Congenital malformations | 3,92E+06 | 0,38 |
| Обрабатывающие производства Manufacturing industries | Беременность, роды и послеродовой период Pregnancy, childbirth and the puerperium | 1,60E+08 | 0,11 |
| | Болезни мочеполовой системы Diseases of the genitourinary system | 6,97E+08 | 0,24 |
| Производство, передача и распределение электроэнергии, газа, пара и горячей воды Production, transmission and distribution of electricity, gas, steam and hot water | Беременность, роды и послеродовой период Pregnancy, childbirth and the puerperium | 5,51E+08 | 0,19 |
| | Болезни мочеполовой системы Diseases of the genitourinary system | 1,61E+09 | 0,19 |
| | Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде Certain conditions originating in the perinatal period | 1,17E+08 | 0,12 |
| Деятельность транспортных средств Vehicle activity | Новообразования / Neoplasms | 6,67E+07 | 0,09 |
| | Болезни органов дыхания Diseases of the respiratory system | 6,39E+08 | 0,09 |
| | Болезни кожи и подкожной клетчатки Diseases of the skin and subcutaneous tissue | 1,42E+08 | 0,08 |
| | Врождённые аномалии / Congenital malformations | 2,12E+07 | 0,39 |

деятельности, при реализации которой устраняются зоны неадекватной риска здоровью интенсивности наблюдений как от избыточно высокой в отношении исследования качества воды (до 3,3 раза в городах Красноярск, Лесосибирск и др.), так и неприемлемо низкой в отношении исследования качества атмосферного воздуха (города Ачинск, Канск, Минусинск и др.).

Потенциал оптимизации имеет достаточно высокий уровень и связан с реструктуризацией системы социально-гигиенического мониторинга на муниципальном уровне, которая в последующем интегрируется на уровень региона.

Обсуждение

Опыт показывает, что повышение эффективности решения задач по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения на региональном уровне требует исключительно полной формализации всех направлений деятельности территориальных органов и организаций Роспотребнадзора и перехода к электронным формам их взаимодействия, что и осуществляется в настоящее время.

Помимо тотальной формализации и электронного учёта необходимо решение задач прогнозирования санитар-

но-эпидемиологической ситуации во взаимосвязи с планируемыми и фактическими показателями деятельности, определение тактических и стратегических целей, разработка цифровых решений по организации оперативного контроля (надзора), в том числе с применением дистанционных методов, а также разработка и внедрение в практику научно обоснованного инструментария и цифровых технологий решения комплекса аналитических задач и алгоритмов обработки данных в режиме реального времени, моделей обобщения и прогнозирования с учётом региональных особенностей. Такой научный инструментарий уже сейчас востребован на региональном уровне и требует активного привлечения потенциала гигиенических научных центров и институтов Роспотребнадзора. При этом все программно-технические решения в области цифровизации должны находиться в едином информационном поле за счёт организации информационного обмена.

Ограничения исследования. Результаты проведённого исследования по использованию цифровых технологий обработки динамической пространственно-распределённой информации для оценки, анализа и оптимизации санитарно-эпидемиологической ситуации применимы на территориях федеральных округов, регионального и муниципального уровней Российской Федерации.

Заключение

Использование цифровых технологий обработки динамической пространственно распределённой информации на уровне субъекта РФ (на примере Красноярского края) позволило получить качественно новые результаты гигиенических оценок и прогнозов в системе «качество среды обитания–состояние здоровья населения». Сформированная региональная система риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности в сопряжении с системой социально-гигиенического мониторинга, с учётом полученных цифровых моделей причинно-следственных связей множества санитарно-эпидемиологических параметров в системе «качество среды обитания–состояние здоровья населения», является основой для оптимизации управленческих решений и приоритетным звеном повышения эффективности мероприятий в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Потенциал оптимизации санитарно-эпидемиологической ситуации регионального и муниципального уровней достаточно высок. Цифровизация обеспечивает оперативность, высокую точность, подбор сценария управленческих решений для минимизации рисков здоровью населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Паспорт национального проекта «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации (утвержденная президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 04.06.2019 № 7).
2. Попова А.Ю., Кузьмин С.В., Гурвич В.Б., Козловских Д.Н., Романов С.В., Диконская О.В. и др. Информационно-аналитическая поддержка управления риском для здоровья населения на основе реализации Концепции развития системы социально-гигиенического мониторинга в Российской Федерации на период до 2030 года. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНУСО*. 2019; (9): 4–12. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-318-9-4-12>
3. Нечухаева Е.М., Маслов Д.В., Афанасьева С.И. Актуальные задачи социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне. *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2010; (1-2): 39–40.
4. Кузьмин С.В., Гурвич В.Б., Диконская О.В., Малых О.Л., Ярушин С.В., Романов С.В. и др. Социально-гигиенический мониторинг – интегрированная система оценки и управления риском для здоровья населения на региональном уровне. *Гигиена и санитария*. 2013; 92(1): 30–2.
5. Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Малых О.Л., Ярушин С.В. Социально-гигиенический мониторинг – интегрированная система оценки и управления риском для здоровья населения на региональном уровне. *Санитарный врач*. 2014; (1): 29–31.
6. Кузьмин С.В., Гурвич В.Б., Диконская О.В., Никонов Б.И., Малых О.Л., Ярушин С.В. и др. Социально-гигиениче-

ский мониторинг и информационно-аналитические системы обеспечения оценки и управления риском для здоровья населения и риск-ориентированной модели надзорной деятельности. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(12): 1130–6. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2017-96-12-1130-1136>

7. Попова А.Ю., Брагина И.В., Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З., Митрохин О.В. и др. О научно-методическом обеспечении оценки результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(1): 5–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-5-9>
8. Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А., Горяев Д.В., Клейн С.В. Социально-гигиенический мониторинг на современном этапе: состояние и перспективы развития в сопряжении с риск-ориентированным надзором. *Анализ риска здоровью*. 2016; 4(16): 4–16.

REFERENCES

1. Passport of the national project «National Program «Digital Economy of the Russian Federation» (approved by the Presidium of the Presidential Council for Strategic Development and National Projects, Protocol No. 7 dated 04.06.2019). (in Russian)
2. Popova A.Yu., Kuz'min S.V., Gurvich V.B., Kozlovskikh D.N., Romanov S.V., Dikonskaya O.V., et al. Data-driven risk management for public health as supported by the experience of implementation for development concept of the social and hygienic monitoring framework in the Russian Federation up to 2030. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2019; (9): 4–12. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-318-9-4-12> (in Russian)
3. Nechukhaeva E.M., Maslov D.V., Afanas'eva S.I. Actual tasks of social and hygienic monitoring at the regional level. *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya. Nauka*. 2010; (1-2): 39–40. (in Russian)
4. Kuzmin S.V., Gurvich V.B., Dikonskaya O.V., Malykh O.L., Yarushin S.V., Romanov S.V., et al. The socio-hygienic monitoring as an integral system for health risk assessment and risk management at the regional level. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2013; 92(1): 30–2. (in Russian)
5. Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Malykh O.L., Yarushin S.V. Public health monitoring – integrated assessment and management of risk for health at the regional level. *Sanitarnyy vrach*. 2014; (1): 29–31. (in Russian)
6. Kuzmin S.V., Gurvich V.B., Dikonskaya O.V., Nikonov B.I., Malykh O.L., Yarushin S.V., et al. Socio-hygienic monitoring and information and analytical systems of the provision of the health risk assessment and management and a risk-focused model of the supervisory activity. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(12): 1130–6. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2017-96-12-1130-1136> (in Russian)
7. Popova A.Yu., Bragina I.V., Zaytseva N.V., May I.V., Shur P.Z., Mitrokhin O.V., et al. On the scientific and methodological support of the assessment of the performance and effectiveness of the control and supervision activity of the federal service for surveillance on consumer rights protection and human wellbeing. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(1): 5–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-5-9> (in Russian)
8. Zaytseva N.V., May I.V., Kir'yanov D.A., Goryaev D.V., Kleyn S.V. Socio-hygienic monitoring at the present stage: the state and prospects of development in conjunction with risk-oriented supervision. *Analiz riska zdorov'yu*. 2016; 4(16): 4–16. (in Russian)