

Методические подходы к анализу пространственно-временного распределения санитарно-гигиенических показателей качества среды обитания

С.А.Рыжаков, канд. мед. наук, Д.А.Кирьянов, канд. техн. наук, Н.В.Зайцева, чл.-корр. РАМН, доктор мед. наук, М.Я.Подлужная, доктор мед. наук, В.Б.Алексеев, канд. мед. наук
ГУЗ «Пермский краевой научно-исследовательский клинический институт детской эконатологии»
ГОУ ВПО «Пермская государственная медицинская академия Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию имени академика Е.А. Вагнера»

Methodological approaches to the analysis of space-time distribution of sanitary and hygienic indices of environmental quality

S.A. Ryzhakov, D.A. Kiriyanov, N.V. Zaitseva, M.Ya. Podluzhnaya, V.B. Alexeev

Резюме

Целью настоящей работы явилось совершенствование методических подходов к анализу пространственно-временного распределения показателей качества среды обитания. Предложенная методика позволяет оценивать и интерпретировать изменения пространственных характеристик объектов исследования, динамику пространственных и статистических характеристик показателей, проводить моделирование и прогнозирование развития пространственно-временных процессов.

Ключевые слова: Социально-гигиенический мониторинг, пространственные модели, геоинформационные системы, прогнозирование

Resume

The objective of the study was to improve methodological approaches to the analysis of space-time distribution of indices of environmental quality. Suggested methodics allows assessment and interpretation of changes in spatial characteristics of the subjects of inquiry, the dynamics of spatial and statistical characteristics of the indices, as well as modeling and predicting the development of space-time processes.

Key words: Socio-hygienic monitoring, spatial models, geographic information systems, prediction.

Основные концептуальные варианты долгосрочно-го социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 г., предусмотренные концептуальными основами, определяются степенью реализации ключевых факторов, одним из которых является интенсивность повышения качества человеческого капитала. Выделяются три качественно отличных сценария социально-экономического развития в долгосрочной перспективе: инерционный, энерго-сырьевой и инновационного развития. При исходно одинаковых внешне-экономических условиях, сценарием инновационного развития предусмотрена глубокая модернизация социальной инфраструктуры, включая образование, здравоохранение, жилищный сектор, обеспечивающая значительное повышение качества человеческого капитала и стандартов жизни населения. Качество жизни населения определяется как совокупность жизненных ценностей, характеризующих структуру потребностей, виды деятельности и условия существования человека, в том числе, удовлетворенность людей жизнью, социальной и окружающей средой.

Состояние окружающей среды является одной из важнейших социально-экономических детерминант, определяющих качество жизни населения, в том числе

уровень здоровья и продолжительность жизни. В условиях сохраняющегося санитарно-эпидемиологического неблагополучия с учетом возможной многовариантности дальнейшего социально-экономического развития, особую актуальность приобретает поиск путей и методов решения задач по адекватной оценке реальных угроз и опасностей здоровью и жизни населения при воздействии неблагоприятных факторов среды обитания. Детальные проработки этих вопросов становятся необходимыми прежде всего при принятии управленческих решений на уровне регионов и территорий с острыми проблемами в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Часто применяемые подходы [1, 2] к оценке остроты проблемы санитарно-эпидемиологического неблагополучия в основном ориентированы на простое ранжирование территорий по ряду показателей качества среды обитания, что в большинстве случаев не позволяет в полной мере решать вопросы оценки закономерностей пространственного изменения таких характеристик с учетом временных тенденций и обосновывать необходимые управленческие решения.

В этой связи целью настоящей работы явилось совершенствование методических подходов к анализу пространственно-временного распределения показателей качества среды обитания человека как составного элемента оценки причинно-следственных связей «среда-здоровье».

В качестве параметров, характеризующих среду обитания на примере Пермского края, были использованы ха-

Ответственный за ведение переписки -
Зайцева Нина Владимировна,
614045, г. Пермь, ул. Орджоникидзе, 82
kda@ice.perm.ru



Рисунок 1. Базовые понятия, использованные при анализе пространственно-временного распределения показателей качества среды обитания.

характеристики, отражающие валовые выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ промышленными предприятиями и другими стационарными источниками, а также автотранспортом, показатели качества питьевой воды, воды водосемов- источников водопользования населения, атмосферного воздуха, почв, продуктов питания и их соответствия гигиеническим нормативам по микробиологическим и санитарно-химическим показателям. Всего было проанализировано около 30 показателей за период с 2000 по 2007 года. На этапе предварительного анализа была выполнена привязка данных к топографической основе Пермского края и проведено ранжирование территорий. Визуализация территориального распределения показателей проводилась в ГИС ArcView 3.2.

Методически описание распределения характеристик, определяющих качество среды обитания, можно представить с помощью трех базовых понятий (рис. 1): сущностей, их свойств и связей. Для анализа пространственно-временных процессов и явлений регионального или территориального уровня достаточно выделять два типа сущностей: дискретные сущности, представляющие географические объекты (в данном случае города, районы или любые элементы географической или административно-хозяйственной инфраструктуры), и гладкие непрерывные многообразия, которые представляют характеристики объектов исследования (показатели) [3].

Свойства представляют собой понятия, которые характеризуют сущности. Выделяют тематические свойства сущностей, которые характеризуют физическую природу объектов и показателей исследования; пространственные и пространственно-временные свойства, которые представляют собой особенности распределения объектов и их характеристик в пространстве и времени. Связи представляют собой понятия, которые описывают отношения между географическими объектами (территориями), характеристиками объектов (показателями) и свойствами.

В рамках данной работы решались задачи исследования особенностей изменения пространственных характеристик показателей качества среды обитания во времени. Рассматривались следующие пространственные характеристики:

- экстремумы распределения показателя в пространстве;

- расположение «центра тяжести» показателя.

Поиск экстремумов осуществлялся на основе построения и анализа пространственной модели распределения показателей качества среды обитания по территории. Для построения модели использовалась привязка данных к координатам центров городов и районов края и проведение процедуры интерполяции данных. Метод интерполяции базируется на технике создания поверхностей по известным значениям в отдельных точках путем сглаживания различий между ними с использованием Spline-функции обратного-взвешенных расстояний [4]. Определение расположения «центра тяжести» показателей на территории проводилось на основе расчета средневзвешенных координат:

$$X = \frac{\sum X_i P_i}{\sum P_i} \quad (1)$$

$$Y = \frac{\sum Y_i P_i}{\sum P_i} \quad (2)$$

где X_i , Y_i – координаты центров i -ой территории, P_i – значение исследуемого показателя на i -ой территории.

Исследование изменений расположения «центров тяжести» показателей дает возможность оценивать тенденции и закономерности изменений территориальных приоритетов. При этом рассчитывался средний многолетний вектор смещения «центра тяжести»:

$$\bar{X} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (\bar{X}_i - \bar{X}_{i-1}) \quad (3)$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (Y_i - Y_{i-1}) \quad (4)$$

Анализ пространственно-временного распределения показателей, характеризующих качество среды обитания как одного из основных социально-экономических детерминант качества жизни, подразумевает под собой исследование зависимости одномерной классификации территорий от времени, изучение изменения пространственных характеристик пока-

Год	Факт	Прогноз	U95	U95
2000	15,6	16,3	14,4	18,1
2001	16,4	15,0	13,8	16,1
2002	13,7	14,0	13,0	15,1
2003	12,8	13,4	12,3	14,6
2004	12,6	13,3	12,1	14,4
2005	14,6	13,5	12,4	14,5
2006	13,9	14,0	12,9	15,2
2007	14,8	15,0	13,1	16,8
2008		16,3	13,2	19,4
2009		18,0	13,3	22,7
2010		20,1	13,4	26,8

Рисунок 2. Динамика и прогноз показателя долей проб воды в источниках централизованного водоснабжения, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям в Пермском крае, %

зателей и проведение пространственно-временного моделирования. Реализация предложенных подходов осуществлялась на примере 47 территорий Пермского края.

Пространственно-временное распределение рассмотрим на примере одного из показателей, характеризующего качество среды обитания, – доля проб воды в источниках централизованного водоснабжения, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям (%).

Анализ динамики и прогноз долей проб воды в источниках централизованного водоснабжения, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям в Пермском крае, показывает незначительный рост этого показателя и дает основания предполагать вероятность его увеличения в дальнейшем (рис.2).

Ранжирование территориального распределения показателя долей проб воды в источниках централизованного водоснабжения, не отвечающих гигиеническим нор-

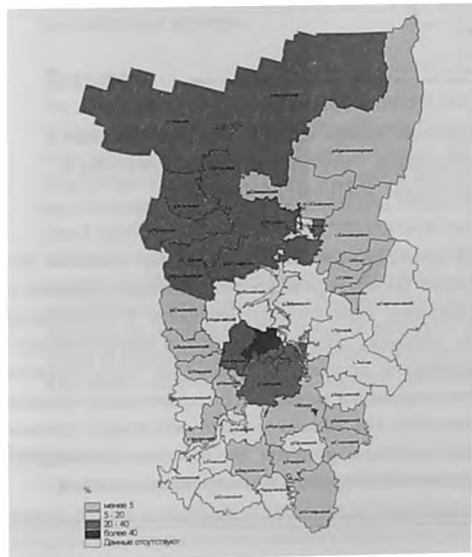


Рисунок 3. Ранжирование показателя долей проб воды в источниках централизованного водоснабжения, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям в Пермском крае в 2007 году, %.

мативам по санитарно-химическим показателям в 2006 году, изображено на рисунке 3. Из рисунка видно, что наиболее проблемными по указанному показателю являются две группы территорий: город Пермь с Пермским районом и территории Коми-Пермяцкого округа. Вместе с тем, основываясь только на данных ранжирования нельзя определить закономерности изменения показателя в пространстве с учетом взаимного расположения территорий и их взаимодействия.

Для определения пространственных тенденций изменения показателя была построена сплайн-модель, с помощью которой можно выделить направления локальных максимумов. Изображение сглаженной поверхности пространственной модели, характеризующей тенденции долей проб воды в источниках централизованного водоснабжения, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям в пространстве региона в 2006 г. представлено на рисунке 4.

Рисунок 4 наглядно иллюстрирует направление локальных максимумов долей проб воды в источниках централизованного водоснабжения, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям в направлении от центральной к северо-восточной части региона. Именно это направление должно находиться в сфере контрольно-надзорных функций красных органов Роспотребнадзора.

Анализируя показатель долей проб воды в источниках централизованного водоснабжения, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, следует отметить наличие выраженных диспропорций пространственно-временного распределения показателя. Оценка диспропорций проводилась с использованием коэффициента вариации (рис.5).

Рост коэффициента вариации показывает как наличие, так и усиление выраженной диспропорции пространственно-временного распределения показателя, что свидетельствует об отсутствии положительных тенденций выравнивания территорий по качеству питьевой воды.

На рисунке 6 представлена динамика «центра тяжести» показателя долей проб воды в источниках централизованного водоснабжения, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям. Рисунок показывает смещение «центра тяжести» и формирование проблемной области по качеству

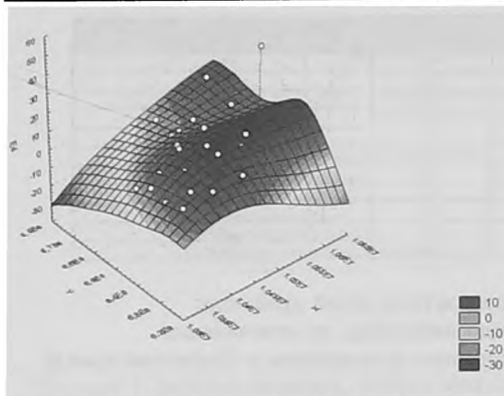


Рисунок 4. Пространственное распределение долей проб воды в источниках централизованного водоснабжения, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям в 2007 г., % .

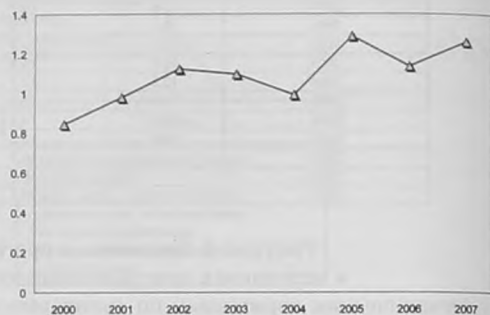


Рисунок 5. Динамика коэффициента вариации, показателя долей проб воды в источниках централизованного водоснабжения, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям в пространстве региона.

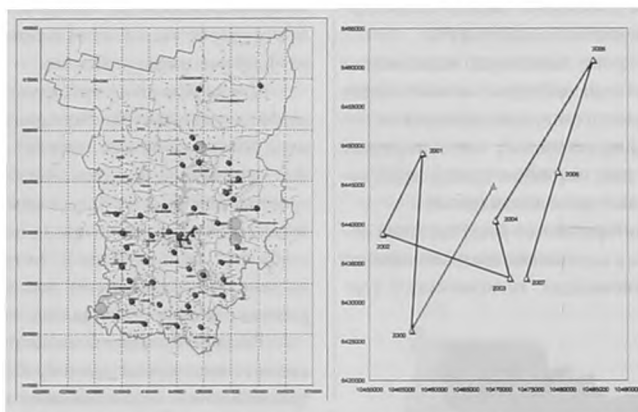


Рисунок 6. Динамика «центра тяжести» показателя долей проб воды в источниках централизованного водоснабжения, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям в Пермском крае.

воды источников питьевого водоснабжения от центральных к северо-восточным района края. Это дополнительно уточняет направление основных действий органов Роспотребнадзора по Пермскому краю по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения в части контроля за качеством источников централизованного водоснабжения

Таким образом, предложенная методика оценки пространственно-временных характеристик показателей позволяет оценивать и интерпретировать измене-

ния пространственных характеристик объектов исследования (картографическое исследование динамики распределения показателей), оценивать и интерпретировать динамику пространственных и статистических характеристик показателей, проводить моделирование и прогнозирование развития пространственно-временных процессов, что позволяет более обосновано принимать управленческие решения по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения. ■

Литература:

1. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология : методы системной идентификации. Толь тти: ИЭВБ РАН. 2003: 463.
2. Хлебосолов Е.И., Хлебосолова О.А., Кушель Ю.А. и др. Методы системного экологического мониторинга Р заны: Р - занской областной институт развития образовани .2000: 70.
3. Кузнецов Н.А., Гиттис В.Г. Сетевые аналитические ГИС в фундаментальных исследованиях. Информационные процессы, 2004.; Т.4, 3; с. 221–240.
4. Халаф н А.А.Statistica 6. Статистический анализ данных. М.: Бином. 2007: 512