

## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ РОДИЛЬНЫХ ДОМОВ Г. МОСКВЫ)

Сомов Э.В., Тимонин С.А.  
Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова  
[e.v.somov@gmail.com](mailto:e.v.somov@gmail.com), [ser-timonin@yandex.ru](mailto:ser-timonin@yandex.ru)

## THE GEOINFORMATION APPROACH AT THE DECISION OF PROBLEMS OF OPTIMIZATION OF HEALTH SERVICES OF THE POPULATION (ON THE EXAMPLE OF MATERNITY HOSPITALS OF MOSCOW)

Somov E.V., Timonin S.A.  
Faculty of Geography, M.V.Lomonosov Moscow State University,  
[e.v.somov@gmail.com](mailto:e.v.somov@gmail.com), [ser-timonin@yandex.ru](mailto:ser-timonin@yandex.ru)

**Abstract.** Possibilities of application of geoinformation technologies for the optimal location of new maternity hospitals in Moscow are considered in the article. Among the main factors that are taken into account are the following: demographic features of the population in Moscow, an existing structure of maternity hospitals and a road-street network of the city.

### Введение

Существенный скрытый потенциал использования методов геоинформационного моделирования в здравоохранении только начинает реализоваться [Тимонин, 2010; Grzybowski, 2009; Kurland, 2009]. Традиционно, картографические методы в сфере здравоохранения использовались для отображения статистических показателей, а также для представления результатов математического моделирования. Во второй половине 20 века сформировалось отдельное медико-географическое направление в тематической картографии [Фельдман, 1993]. Результатами работы ученых явилось создания целого ряда региональных медико-географических и медико-демографических атласов [Малхазова, 2001].

Наше исследование ставит своей целью показать возможности и обосновать целесообразность применения геоинформационных технологий для решения задач в сфере здравоохранения, а именно поиск мест оптимального размещения объектов здравоохранения с учетом медико-демографических характеристик населения, существующей сети медицинских учреждений, а также транспортной инфраструктуры города. Исследование выполнено на примере родильных домов города Москвы.

### Медико-демографические особенности населения г. Москвы

Несмотря на кажущуюся перенаселенность, Москва продолжает относиться к регионам с восходящей демографической динамикой. В последние несколько лет наблюдается медленный рост численности постоянного населения города (средний годовой темп прироста населения за 2000-2009 гг. составил 0,5 % в год), который главным образом складывается в результате превышения миграционного прироста населения над его естественной убылью (рис. 1). Число смертей в городе на 53,7 тыс. чел. (2009 год) превышает количество родившихся, однако наблюдается устойчивая тенденция к снижению уровня смертности и росту числа рождений<sup>1</sup>. Миграционные процессы оказывают исключительное влияние на демографическое развитие региона. Преобладающую долю постоянных мигрантов составляют граждане, приезжающие из других регионов России (84,8 % в 2009 году). Оставшиеся 15,2 % - иммигранты из-за рубежа. Число официально зарегистрированных иностранных работников, осуществлявших трудовую деятельность в Москве в 2009 году, составило 523 тыс. человек. Из них около 12 % женщины в возрасте 18-49 лет.

Анализ половозрастной структуры населения Москвы за 2005-2009 года показывает, что, несмотря на общий рост численности населения города, число женщин в репродуктивном возрасте (15-49 лет) постепенно снижается. Так, если в 2005 году число женщин фертильного возраста составляло 2 849 792 человек или 27,4 % от общей численности постоянного населения города, то к 2009 года оно снизилось на 125 тысяч женщин и составляет уже 25,8 % от общего числа жителей Москвы. Вместе с тем наблюдается смещение населения (и в том числе женщин в репродуктивном возрасте) к периферийным районам Москвы. Также происходит трансформация возрастной модели рождаемости москвичек. Рисунок 2 иллюстрирует смещение интенсивности рождаемости в более старшие возрастные группы.

В 2008 году в Москве было зарегистрировано 106 873 родов и 107 781 родившихся живыми, что составляет около 7% от всех рождений в России. Около 17 % всех принятых в Москве родов в 2008 году

<sup>1</sup> Однако сложившаяся неблагоприятная половозрастная структура населения города вероятнее всего приведет к увеличению естественной убыли населения уже в самое ближайшее время

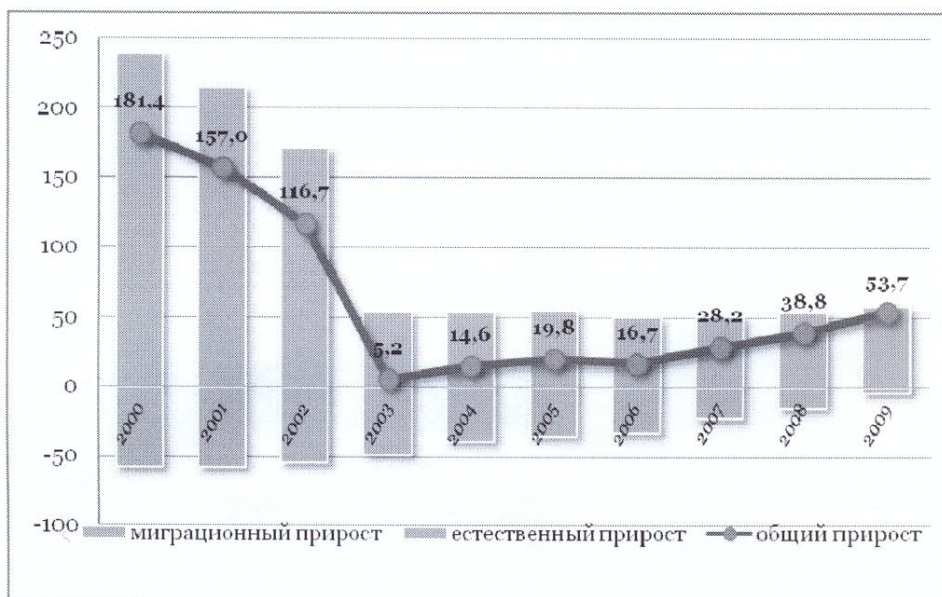


Рис. 1. Компоненты изменения численности населения г. Москвы, 2000-2009 гг.

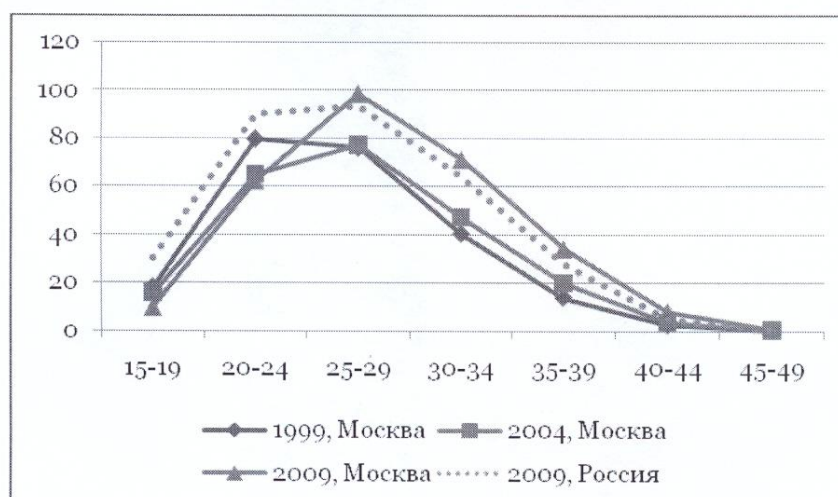


Рис. 2. Возрастная модель рождаемости женщин в г. Москве

приходилось на долю иногородних женщин. Число случаев перинатальной смертности составило 808, из них 560 мертворождений и 248 умерших в возрасте 0-6 дней.

#### Анализ существующей сети родильных домов города Москвы

В соответствии с единой номенклатурой государственных и муниципальных учреждений здравоохранения<sup>1</sup> нами рассматривались учреждения охраны материнства и детства, а именно перинатальные центры, родильные дома и центры планирования семьи и репродукции города Москвы. Их размещение, а также специализация (профиль) представлены на рисунке 3.

Для того, чтобы в общем виде представить охват женщин репродуктивного возраста существующей сетью родильных домов, была подготовлена карта (рис. 4). На ней показано размещение женщин фертильного возраста по территории Москвы<sup>2</sup> и сеть родильных домов. Особенностью создание данной карты является попытка перехода от статистических данных, приведенных по районам Москвы, к их представлению по жилым домам. Такой подход позволяет воссоздать более-менее реалистичную картину размещения населения. Визуальный анализ карты показывает, что локализация родильных домов в Москве в

<sup>1</sup> Приказ МЗСР РФ №627 от 07.10.2005 г. «Об утверждении Единой номенклатурой государственных и муниципальных учреждений здравоохранения»

<sup>2</sup> Использовались данные переписи населения 2002 года



Рис. 3. Родильные дома Москвы и их специализация

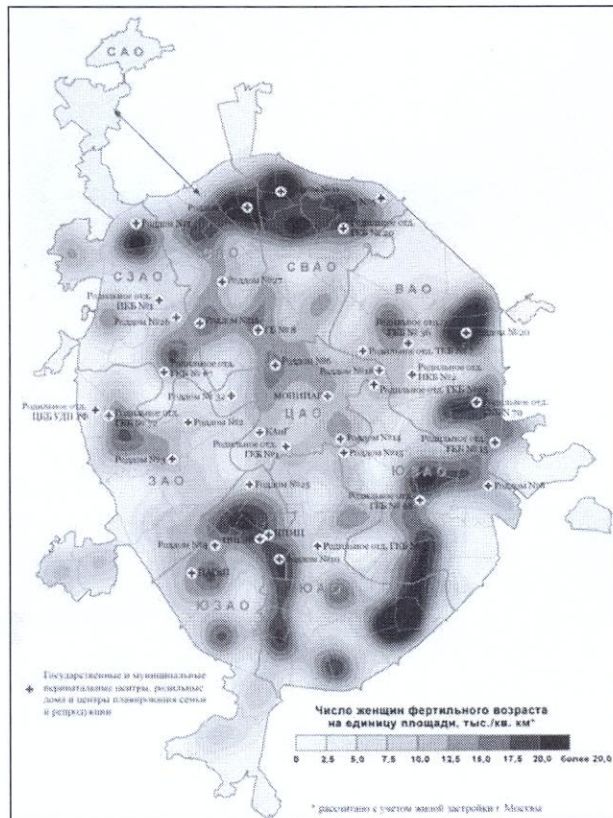


Рис. 4. Размещение женщин репродуктивного возраста по территории города

целом соответствует размещению женщин фертильного возраста по ее территории. Исключение составляют районы новой периферийной застройки.

#### **Место и роль географического фактора (фактора близости) в выборе женщиной родильного дома**

При выборе родильного дома женщина руководствуется целым набором факторов, основные из которых следующие (перечислены не в порядке их значимости):

- рекомендация врача женской консультации;
- рекомендации близких и знакомых, рожавших в том или ином родильном доме;
- *географическая близость роддома к месту проживания женщины;*
- собственный опыт (при наличии детей);
- рейтинг родильных домов (отзывы);
- показатели качества деятельности родильного дома (количество принятых родов в расчете на 1 акушера-гинеколога, перинатальная смертность и пр.);
- осложнения во время беременности.

Перед нами встала задача понять, насколько важной для женщины является географическая близость родильного дома к месту ее проживания. Для решения этой задачи было проведено социологическое обследование (анкетирование) 70 женщин, проживающих в Москве. Опрос проводился в парках, расположенных в различных частях города. Основные результаты социологического опроса следующие:

- 71% респондентов указали на важность географического фактора при выборе ими родильного дома, причем 34% опрошенных выделили его в качестве основного;
- проведенный анализ места проживания женщин и выбранного ими родильного дома указывает на учет географического фактора даже при игнорировании данного фактора во время опроса;
- подавляющее большинство женщин (90%) добиралось до родильного дома в период начала родовой деятельности, 40% из них были доставлены на карете скорой помощи, остальные – на личном транспорте.
- Результаты подобного исследования однозначно указывают на важность близости родильного дома к месту проживания женщины и на правомерность использования предлагаемых ниже подходов.

#### **Выбор оптимального местоположения для новых родильных домов**

При анализе существующей сети родовспомогательных учреждений (родильных домов) использовалась характеристика удаленности во времени. Она наиболее показательна для городской среды и лучше остальных характеризует обеспеченность территории и населения.

Моделирование удаленности территории проводилось в программном пакете ArcGIS 9.3.1., ESRI Inc. Для этого использовался модуль – Network Analyst, работа которого основана на анализе сетевой модели транспортной сети. Нами использовалась функция, позволяющая строить полигоны зон удаленности на основе времени, проведенного в пути. Определение зон удаленности позволяет определить границы зон, равноотстоящих от любых пунктов или центров, расположенных на сети, что позволит судить о доступности и удобстве их расположения. В данном случае такими пунктами являются родильные дома Москвы.

При моделировании удаленности от нескольких объектов нами строились зоны различных видов [Сомов, Ушакова, 2010]:

- *пересекающиеся зоны* позволяют определить места пересечения зон удаленности различных объектов. Таким образом, определив области пересечения двух или более зон удаленности, можно констатировать, что данная территория находится одинаково близко к двум или более объектам и характеризуется наличием возможности выбора у населения между этими двумя объектами;
- *непересекающиеся зоны* дают возможность определить зоны влияния (с учетом транспортной сети) различных объектов и определить границы между этими зонами;
- *объединенные* по временному интервалу зоны доступности характеризуют удаленность территории от всех исследуемых объектов.

Корректная работа сетевой модели транспортной сети накладывала особые требования при ее создании. В базе данных слоя были внесены сведения об одностороннем движении и информация о времени, затрачиваемом на преодоление каждого участка сети (с учетом средней скорости). Именно на основе времени рассчитываются границы полигонов зон удаленности – они соответствуют линиям равноудаленности для определенного временного интервала.

Для анализа обеспеченности территории и населения родовспомогательными учреждениями с использованием сетевой модели улично-дорожной сети моделировались следующие характеристики:

- удаленность территории от родильных домов<sup>1</sup>;

<sup>1</sup> В процессе моделирования учитывались родильные дома только общего назначения

- число доступных родильных домов;
- зоны обслуживания родильных домов.

При моделировании *удаленности территории от родильных домов* были построены изохроны, которые показывают удаленность во времени от ближайшего родильного дома (рис. 5).

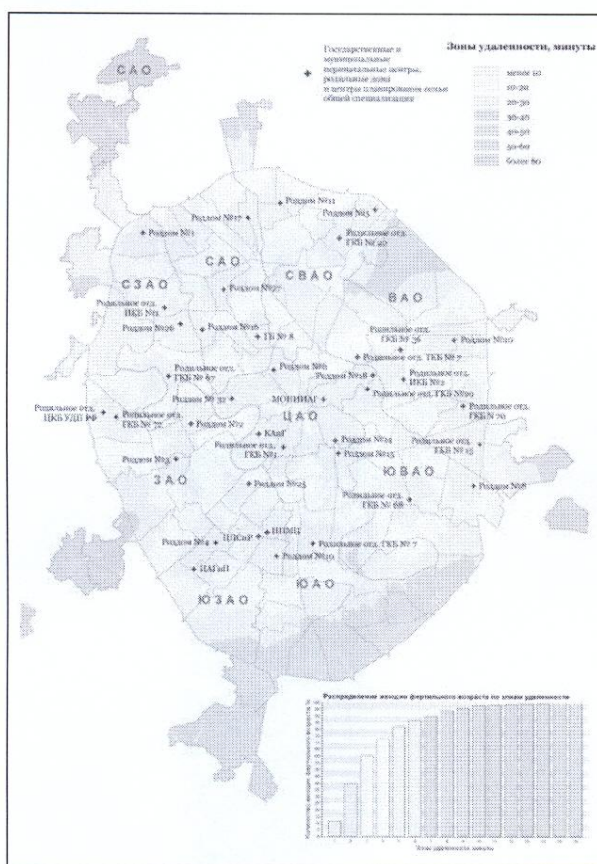


Рис. 5. Удаленность территории во времени от родильных домов

Зонирование территории по числу доступных родильных домов (рис. 6) позволяет оценить территорию на наличие возможности выбора родильного дома. Для моделирования данной характеристики была использована возможность построения пересекающихся зон доступности, описанная ранее.

От каждого родильного дома построены зоны 15 минутной удаленности. Далее с помощью операции простого оверлея (границы исходных полигонов сохраняются) получены все полигоны, образуемые областями наложения этих объектов. При пересечении зон удаленности создавались новые полигоны, посчитав которые, можно определить количество родильных домов, располагающихся в относительной близости, и, соответственно, наличие или отсутствие возможности выбора родильного дома и количество домов, которые можно выбрать.

Зоны обслуживания родильных домов (рис. 7) дают представление о том, какие территории, к каким родильным домам тяготеют. При использовании статистических данных было рассчитано число женщин репродуктивного возраста в зоне обслуживания каждого родильного дома, что позволяет сравнить потенциальную загруженность родильных домов.

Завершающим этапом данного исследования является определение оптимального местоположения для размещения новых родильных домов. При оценке использовался алгоритм, применяемый для определения оптимального местоположения и оптимального размещения [Сомов, Ушакова, 2010].

Были рассмотрены следующие критерии:

- удаленность территории от родильных домов;
- число доступных родильных домов;
- плотность женщин репродуктивного возраста.

Используемые слои, созданные на предыдущих этапах исследования, были переклассифицированы с выделением трех различных классов, каждый из которых отражает ранжирование слоя по степени необходимости размещения нового родильного дома. Теперь в слоях содержатся значения от 1 до 3. Затем была выполнена процедура оверлея. В результате наложения (границы всех исходных

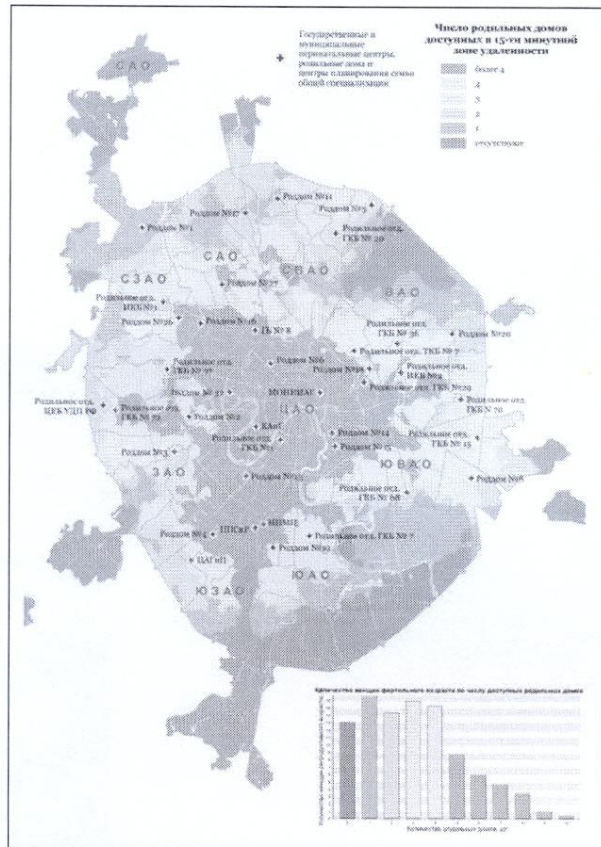
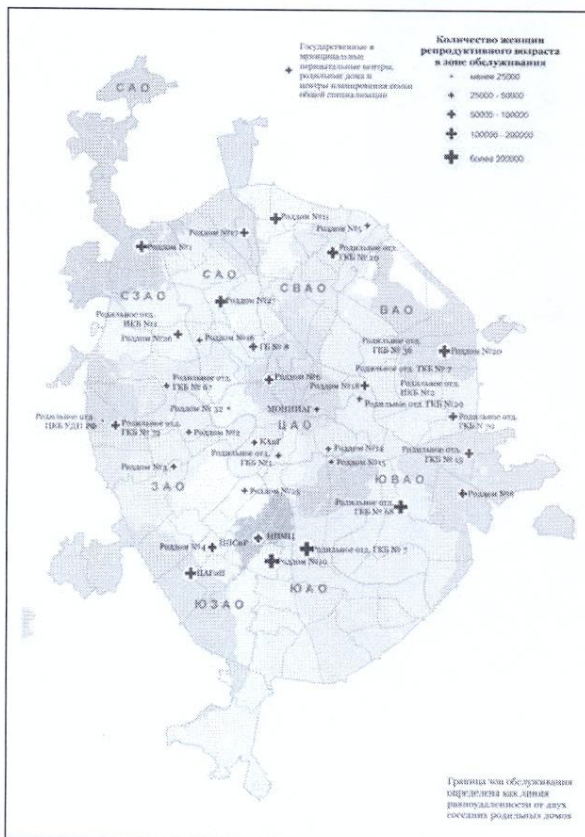


Рис. 6. Зонирование территории по числу доступных родильных домов



- число доступных родильных домов;
- зоны обслуживания родильных домов.

При моделировании удаленности территории от родильных домов были построены изохроны, которые показывают удаленность во времени от ближайшего родильного дома (рис. 5).

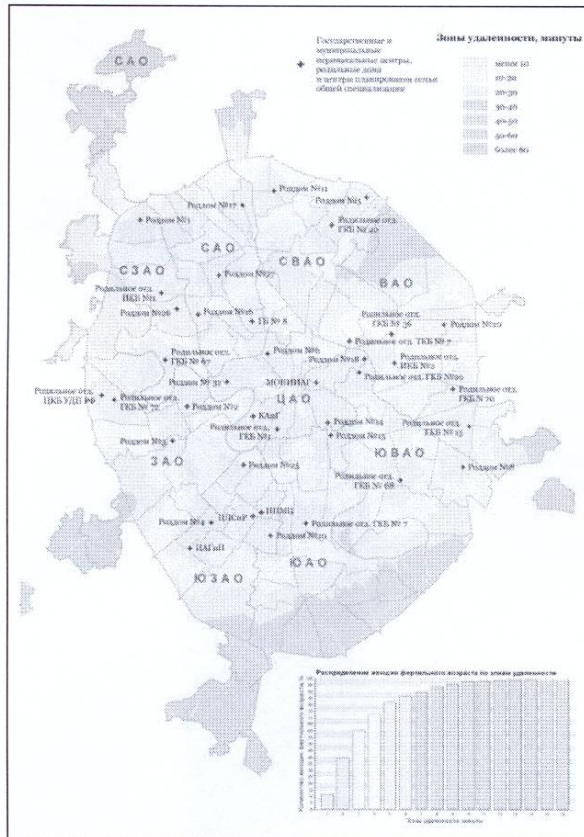


Рис. 5. Удаленность территории во времени от родильных домов

Зонирование территории по числу доступных родильных домов (рис. 6) позволяет оценить территорию на наличие возможности выбора родильного дома. Для моделирования данной характеристики была использована возможность построения пересекающихся зон доступности, описанная ранее.

От каждого родильного дома построены зоны 15 минутной удаленности. Далее с помощью операции простого оверлея (границы исходных полигонов сохраняются) получены все полигоны, образуемые областями наложения этих объектов. При пересечении зон удаленности создавались новые полигоны, посчитав которые, можно определить количество родильных домов, располагающихся в относительной близости, и, соответственно, наличие или отсутствие возможности выбора родильного дома и количество домов, которые можно выбрать.

Зоны обслуживания родильных домов (рис. 7) дают представление о том, какие территории, к каким родильным домам тяготеют. При использовании статистических данных было рассчитано число женщин репродуктивного возраста в зоне обслуживания каждого родильного дома, что позволяет сравнить потенциальную загрузку родильных домов.

Завершающим этапом данного исследования является определение оптимального местоположения для размещения новых родильных домов. При оценке использовался алгоритм, применяемый для определения оптимального местоположения и оптимального размещения [Сомов, Ушакова, 2010].

Были рассмотрены следующие критерии:

- удаленность территории от родильных домов;
- число доступных родильных домов;
- плотность женщин репродуктивного возраста.

Используемые слои, созданные на предыдущих этапах исследования, были переклассифицированы с выделением трех различных классов, каждый из которых отражает ранжирование слоя по степени необходимости размещения нового родильного дома. Теперь в слоях содержатся значения от 1 до 3. Затем была выполнена процедура оверлея. В результате наложения (границы всех исходных

3. Тимонин С.А. Методы математико-картографического и геоинформационного моделирования для изучения демографических процессов в регионах России. Вестник Московского университета, Серия 5. География. М.: Издательство МГУ. №5 – 2010.
4. Фельдман Е.С. Медико-географическое картографирование 1993 // Руководство по медицинской географии/под ред. Келлера А.А., Щепина О.П., Чаплина А.В. СПб: Гиппократ. С. 93-112.
5. Grzybowski S, et al. Planning the optimal level of local maternity service for small rural communities: a system study in British Columbia. Health policy (2009).
6. Kristen S. Kurland, Wilpen L. Gorr. GIS Tutorial for health, third edition // Esri press, 2009 – P.384.

## КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПРИРОДНООЧАГОВЫХ БОЛЕЗНЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

*Курепина Н. Ю.  
Институт водных и экологических проблем СО РАН  
Барнаул, Россия  
E-mail: [kurepina@iwep.asu.ru](mailto:kurepina@iwep.asu.ru)*

## MAPPING OF NATURAL FOCAL DISEASES IN ALTAI KRAI

*Kurepina N. Yu.  
Institute of Water Problems SB RAS  
Barnaul, Russia  
E-mail: [kurepina@iwep.asu.ru](mailto:kurepina@iwep.asu.ru)*

**Abstract.** The paper presents a short analytical review of cartographical products demonstrating the natural focal diseases in Altai Krai. The thematic content of maps and the methods of cartographical representation of medical-geographic information are shown. The examples of GIS application in complex medical-geographic and epidemiological research for determination of public risk of natural focal infection are given.

Существующие на территории Алтайского края природно-климатические условия благоприятствуют функционированию ряда болезней с природной очаговостью. Разновременные картографические представления медико-географической ситуации в отношении данных болезней дают возможность проследить изменения методов и подходов их создания, оценить динамику и пространственно-временное варьирование показателей заболеваемости населения и животных, актуальность тех или иных инфекций и инвазий, проводить мониторинговые исследования и т.д.

Первые картографические произведения, отображающие распространение природноочаговых болезней на земном шаре, появились в конце XVIII – начале XX вв. [Опыт создания карты иксодовых клещей..., 1974]. На территории Алтайского края одними из наиболее распространенных болезней с природной очаговостью считаются клещевые инфекции, такие как клещевой энцефалит (КЭ) и сыпной тиф (КСТ). На самых ранних картах, отображающих данную группу инфекций, «Мировое распространение сыпного тифа» [Бароян, 1967] и «Географическое распространение энцефалитов и энцефалоподобных заболеваний» (там же), составленных в пятидесятые годы, край, как и вся Россия, показаны территориями, свободными от данных болезней. Первая регистрацию КЭ в Алтайском крае приходится на 1940 г. [Веселов и др., 1962], а КСТ – на 1942 г. [Львов, Лебедев, 1974]. На момент выхода в свет вышеупомянутых карт в нашей стране активно ведется исследовательская работа по изучению данных инфекций.

В 1962 г. А.А. Шошин впервые сформулировал принципиальные положения о назначении, содержании и методике составления медико-географических карт и их классификации [19], а в 1963 г. авторами Б.В. Вершинским и В.К. Симонович была составлена нозогеографическая карта СССР «Болезни с природной очаговостью» (1:25 000 000), опубликованная в сборнике трудов «Медицинская география: итоги и перспективы» [Вершинский, 1964].

При ее создании применялся геосистемный подход, а в качестве основы использовалась карта растительности СССР М 1:10 000 000. Алтайский край на нозогеографической карте представляет территорию, природные условия которого способствуют очаговости КЭ (северо-восток и юг), КСТ (центральная часть, запад и северо-запад), описторхоза (О) – долина р. Обь, туляремии (Т) и лептоспироза (Л) (центральная и северо-западная часть). Карта составлена при использовании различных приемов изображения ареалов: цвет, штриховка, значки без указания границ.

Результатом комплексных медико-географических исследований клещевых болезней Азиатской части России, проводившихся учеными Института географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР в 60-70-х годах XX века, стала серия карт, составленных под общей редакцией акад. В.Б. Сочавы: «Иксодовые клещи» (М 1:8 000 000), «Распространение видов иксодовых клещей, имеющих эпидемиологическое значение», «Распространение малоизученных видов иксодовых клещей», «Клещевой энцефалит.