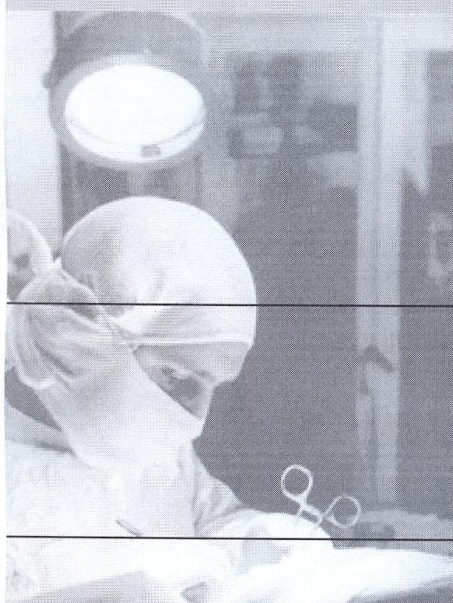


# Врач

и информационные  
ТЕХНОЛОГИИ

Научно-  
практический  
журнал

№2  
2012



Врач  
и информационные  
ТЕХНОЛОГИИ

ISSN 1811-0193



**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**

Стародубов В.И., академик РАМН, профессор

**ШЕФ-РЕДАКТОР:**

Куракова Н.Г., д.б.н., главный специалист ФГБУ ЦНИИОИЗ Минздрава России

**ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:**

Зарубина Т.В., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой медицинской кибернетики и информатики Российского ГМУ

Столбов А.П., д.т.н., заместитель директора МИАЦ РАМН

**ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:**

Гусев А.В., к.т.н., заместитель директора по развитию, компания «Комплексные медицинские информационные системы»

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

Гасников В.К., д.м.н., профессор, директор РМИАЦ Министерства здравоохранения Удмуртской Республики, академик МАИ и РАМН

**МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

*И.С. Кицул, Е.Л. Выговский, И.В. Громова, Д.Г. Губин,  
И.А. Демко, М.В. Зарубин, А.И. Зеленовская, Е.А. Манзула,  
Н.А. Шпакова*

**Повышение доступности медицинской помощи  
жителям сельской местности с использованием  
современных информационных технологий**

6-16

*Я.И. Дронова, С.М. Бухонова*

**Методика расчета экономических показателей  
работы государственных лечебно-профилактических  
учреждений**

17-24

**ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

*И.А. Красильников, Д.Р. Струков*  
**Итоги 1-й Всероссийской конференции  
«Геоинформационные системы  
в здравоохранении РФ: данные, аналитика, решения»**

25-29

*Э.В. Сомов, С.А. Тимонин*  
**Применение геоинформационных методов в решении  
задач оптимизации медицинского обслуживания  
населения г. Москвы**

30-41

*В.М. Дубянский*  
**Концепция использования ГИС-технологий  
и дистанционного зондирования  
в эпиднадзоре за чумой**

42-46

**МЕДИЦИНСКАЯ СТАТИСТИКА**

*Е.П. Какорина, Е.В. Огрызко*  
**Современное состояние медицинской статистики в  
Российской Федерации**

47-53



**Э.В. СОМОВ,**

руководитель отдела картографии, ООО «Рускарт», г. Москва, Россия, e.v.somov@gmail.com

**С.А. ТИМОНИН,**

м.н.с. НИЛ Комплексного картографирования географического факультета  
МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия, ser-timonin@uandex.ru

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ МЕТОДОВ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ г. МОСКВЫ

УДК 61:658.011.56

Сомов Э.В., Тимонин С.А. Применение геоинформационных методов в решении задач оптимизации медицинского обслуживания населения г. Москвы (МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия)

**Аннотация:** В статье рассматриваются возможности применения геоинформационных технологий для поиска мест оптимального размещения новых родильных домов в Москве с учетом демографических особенностей населения города, существующей сети родильных домов и улично-дорожной сети.

**Ключевые слова:** родильные дома Москвы; геоинформационное моделирование; пространственно-статистический анализ; выбор оптимального расположения объектов родовспомогательной инфраструктуры.

UDC 61:658.011.56

Somov E.V., Timonin S.A. Application of GIS methods for optimization of medical services in Moscow (Lomonosov Moscow State University, Russia)

**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.

**Keywords:** maternity hospitals of Moscow; GIS modeling; spatial statistics analysis; the choice of optimal arrangement of obstetrical infrastructure objects.

### Введение

Во второй половине XX века произошло формирование отдельного направления тематического картографирования — медико-географическое картографирование. Широко известны труды Б.Б. Прохорова, являющегося основоположником данного направления в СССР. При его участии были разработаны медико-географические разделы в комплексных региональных атласах (Атлас Забайкалья, 1967; Атлас Сахалинской обл., 1967; Атлас Алтайского края, 1978 и др.) [1, 2, 3, 7].

Отдельная группа исследователей под руководством профессора Малхазовой С.М. сформировалась на географическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова, занимающихся пространственно-временным моделированием медико-географической обстановки в России и отдельных регионах. Результатами работы ученых явилось создание целого ряда региональных медико-географической и медико-демографических атласов [5, 6]. Под медико-гео-

© Э.В. Сомов, С.А. Тимонин, 2012 г.



графическим атласом понимают систематическое собрание органически связанных между собой и дополняющих друг друга медико-географических карт, обусловленных тематикой и назначением атласа, а также особенностями его использования [10].

Современные медико-географические карты по содержанию можно подразделить следующим образом [4]:

— *медико-демографические*, отражающие состояние здоровья населения и демографический статус по одному или нескольким показателям в рамках административно-территориального деления;

— *нозогеографические*, характеризующие территориальное распространение болезней и других патологических состояний;

— *карты здравоохранения*, иллюстрирующие территориальное размещение сети лечебных, санаторных и других учреждений, связанных с охраной здоровья населения; уровень обеспеченности населения медицинскими кадрами, больничными койками, различного рода медицинской помощью и др.;

— *собственно медико-географические карты*, которые отображают свойства территории, влияющие на здоровье человека, взаимосвязи между состоянием здоровья населения и особенностями географической среды, а также дифференциацию исследуемого региона по медико-экологическим параметрам.

Прорыв в медико-географическом картографировании и моделировании стал возможным благодаря появлению специализированных информационных технологий работы с пространственными данными — геоинформационных систем. Такого рода системы позволяют не только визуализировать географические объекты, процессы и явления, но и, что особенно важно, производить пространственно-временной анализ и моделирование объектов реального мира.

Существенный скрытый потенциал использования геоинформационных систем в здравоохранении только начинает реализовываться

[9]. Особенно немногочисленны разработки в сфере использования методов геоинформационного моделирования для оптимизации медицинского обслуживания населения. Среди пионерских работ в сфере родовспоможения следует назвать [11], в которой приводятся результаты разработки модели, направленной на определение надлежащего уровня сети родильных домов в Британской Колумбии, Канада.

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

### Медико-демографические особенности 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 все еще на 53,7 тыс. чел. (2009 год) превышает количество родившихся, однако наблюдается устойчивая тенденция к снижению уровня смертности и росту числа рождений. Миграционные процессы оказывают исключительное значение в демографическом развитии региона. Преобладающую долю постоянных мигрантов составляют граждане, приезжающие из других регионов России (84,8% в 2009 году). Оставшиеся 15,2% —



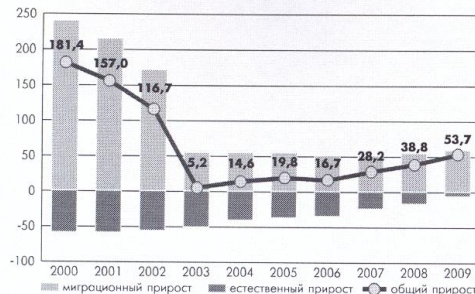


Рис. 1. Компоненты изменения численности населения Москвы, 2000–2009 гг.

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 году оно снизилось на 125 тысяч женщин и составляет уже 25,8% от общего числа жителей Москвы. Вместе с тем наблюдается трансформация возрастной модели рождаемости москвичек. Рис. 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 приня-

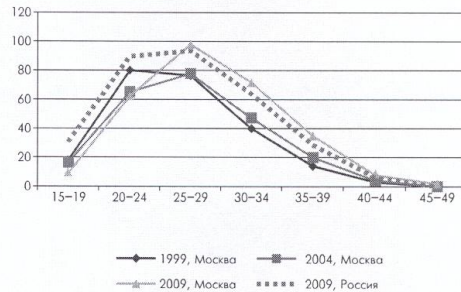


Рис. 2. Возрастная модель рождаемости

тых в Москве родов в 2008 году 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 рис. 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 создания данной карты является попытка перехода от статистических данных, приведенных по районам Москвы, к их представлению по жилым

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

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



Рис. 3. Родильные дома и их специализация



Рис. 4. Размещение женщин репродуктивного возраста



домам. Такой подход позволяет воссоздать более-менее реалистичную картину размещения населения. Визуальный анализ карты показывает, что локализация родильных домов в Москве в целом соответствует размещению женщин фертильного возраста по ее территории. Исключение составляют районы новой, периферийной застройки.

### 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 уже как минимум одного ребенка);
- 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 нами было проведено социологическое исследование (анкетирование) 70 женщин, проживающих в Москве. Опрос проводился в парках, расположенных в различных частях города. Основные результаты следующие:

- 71% респондентов указали на важность географического фактора при выборе ими родильного дома, причем 34% опрошенных выделили его в качестве основного;
- анализ места проживания и выбранного родильного дома указывает на важность гео-

графической близости даже при игнорировании данного фактора во время опроса;

- подавляющее большинство женщин (90%) добирались 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 нами подходов.

### Моделирование

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 можно строить зоны различных видов:

- *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;

- *не пересекающиеся 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 базу 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>3</sup>;
- число доступных родильных домов;
- зоны обслуживания родильных домов.

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

*Зонирование территории по числу доступных родильных домов* (рис. 6) позволяет оценить территорию на наличие возможности выбора родильного дома. То есть территория должна быть относительно приближена к двум или более родильным домам. 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 [8].

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 поли-

<sup>3</sup> В процессе моделирования учитывались родильные дома только общего назначения.

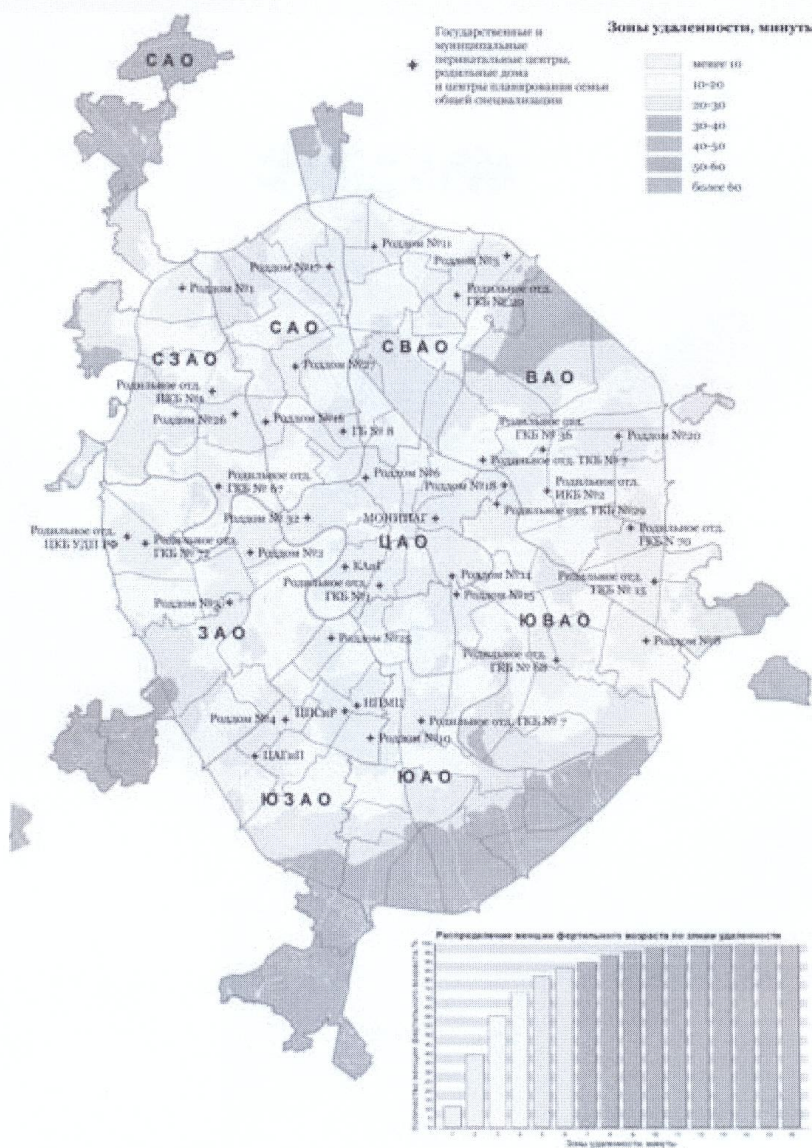


Рис. 5. Удаленность территории от родильных домов





Рис. 6. Зонирование территории по числу доступных родильных домов



Рис. 7. Зоны обслуживания родильных домов

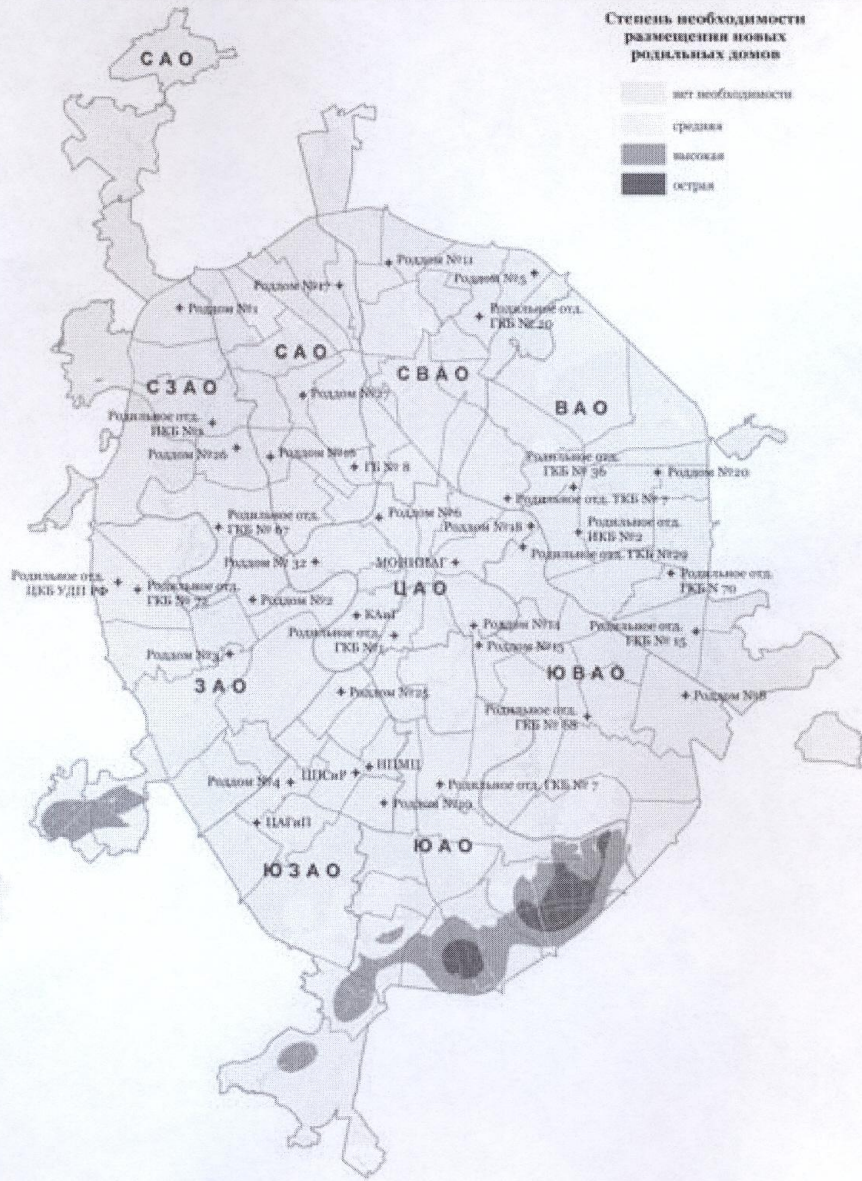


Рис. 8. Оценка обеспеченности родильными домами



гонов сохраняются) в атрибутивной таблице результирующего слоя содержатся атрибуты всех исходных слоев. Затем атрибуты исходных слоев были сложены и получен интегральный показатель, характеризующий степень необходимости размещения нового родильного дома на территории г. Москвы. Таким образом были выделены три района Москвы, в которых в первую очередь необходимо строительство новых родильных домов (рис. 8).

### Заключение

Геоинформационные технологии, дающие возможность работы с пространственными данными, обладают огромным потенциалом для их применения в здравоохранении. Вопросы недостаточной обеспеченности медицинскими учреждениями того или иного профиля остро встают не только в отдаленных регионах России, но и в таких крупных

мегаполисах, каким является Москва. Быстрый рост численности населения Москвы, его концентрация в районах новой, периферийной застройки требуют модернизации сети лечебных учреждений. Для решения подобного рода задач необходимы точная пространственная локализация сети существующих медицинских учреждений; представленная в географически корректной форме система расселения населения в Москве; информация об улично-дорожной сети города.

Отдельно следует отметить, что проведенная осенью 2010 г. перепись населения дает ценнейшую информацию о размещении населения по домам, их половозрастной, образовательной, социальной и других структурах. Включение подобного рода информации в процесс моделирования позволит существенно повысить результаты исследования.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас Алтайского края. Том I. — Барнаул: ГУГК, 1978. — 222 с.
2. Атлас Забайкалья (Бурятская АССР и Читинская область). — Иркутск: ГУГК, 1967. — 176 с.
3. Атлас Сахалинской области. — М.: ГУГК, 1967. — 135 с.
4. Малхазова С.М. Медико-географический анализ территорий: картографирование, оценка, прогноз. — М.: Научный мир, 2001. — 240 с.
5. Медико-демографический атлас Калининградской области/Ред. С.М. Малхазова — Калининград: ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть, 2007. — 85 с.
6. Медико-демографический атлас Московской области/Ред. С.М. Малхазова, А.Н. Гуров — М.: Географический факультет МГУ, 2007. — 110 с.
7. Прохоров Б.Б. Медико-географическая информация при освоении новых районов Сибири (для проектных и плановых разработок). — Новосибирск: Наука, 1979. — 204 с.
8. Сомов Э.В., Ушакова Л.А. Картографическая оценка транспортной доступности территории и ее влияния на стоимость аренды жилья (на примере Юго-Западного округа г. Москвы)//ИнтерКарто/ИнтерГИС-16. Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Материалы Международной научной конференции — Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010.
9. 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, 2010. — № 5.
10. Фельдман Е.С. Медико-географическое картографирование//В кн. Руководство по медицинской географии/Под ред. А.А. Келлера, О.П. Щепина, А.В. Чаплина — СПб: Гиппократ, 1993. — С. 93–112.
11. 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.