

**№ 12 декабрь 2015**

ISSN 0016-7126

**Перспективы развития науки, техники и технологий  
в сфере геодезии и картографии  
в Российской Федерации**

**Современная транспортная доступность  
районов г. Москвы и подходы к ее оценке**

**Геодемографическая информационная  
система России: архитектура  
и информационное обеспечение**



# **ГЕОДЕЗИЯ И КАРТОГРАФИЯ**

Индекс 70213.

Геодезия и картография. 2015. № 12. 1-64.

# ГЕОДЕЗИЯ И КАРТОГРАФИЯ

ОРГАН ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЛУЖБ СТРАН СНГ  
ВЫПУСКАЕТСЯ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ, КАДАСТРА И КАРТОГРАФИИ  
МИНИСТЕРСТВА ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Ежемесячный научно-технический и производственный журнал  
12 ■ декабрь ■ 2015      ОСНОВАН В АВГУСТЕ 1925 ГОДА

## Содержание

### Геодезия

**Кравченко Ю. А.**

О перевычислении пространственных декартовых координат  
в геодезические ..... 2

**Симонян В. В., Тамразян А. Г., Кочиев А. А.**

Теоретическое обоснование построения среднеквадратических  
эллипсоидов смещений оползней..... 10

### Картография

**Сапанов П. М.**

Современная транспортная доступность районов г. Москвы  
и подходы к ее оценке..... 15

### Аэрофототопография

**Воронин Е. Г.**

Весы фотограмметрических измерений. Обеспечение основного  
критерия надежности уравнивания ..... 22

**Гук А. П., Евстратова Л. Г., Алтынцев М. А.**

Разработка методики определения изменений границы леса  
по разновременным разномасштабным аэрокосмическим снимкам .... 32

### Геоинформационные системы

**Тимонин С. А., Михайлов Д. И.**

Геодемографическая информационная система России: архитектура  
и информационное обеспечение..... 40

### Кадастр

**Лысых Д. В., Гиниятов И. А.**

О некоторых аспектах кадастровой оценки жилых блоков  
в домах блокированной застройки ..... 49

### В порядке обсуждения

**Карпик А. П.**

Перспективы развития науки, техники и технологий  
в сфере геодезии и картографии в Российской Федерации ..... 55

**Алфавитно-тематический указатель** ..... 60

## РЕДКОЛЛЕГИЯ

Главный редактор  
*Побединский Г. Г.*

Заместители  
главного редактора  
*Плешков В. Г.*  
*Яблонский Л. И.*

*Баранов В. Н.*

*Бровар Б. В.*

*Волков С. Н.*

*Зубинский В. И.*

*Карпик А. П.*

*Касимов Н. С.*

*Клюшин Е. Б.*

*Майоров А. А.*

*Маркузе Ю. И.*

*Миرونенко А. Н.*

*Непоклонов В. Б.*

*Нехин С. С.*

*Нырцов М. В.*

*Савиных В. П.*

*Сидоров И. В.*

*Тикунов В. С.*

*Трушин Д. Д.*

## РЕДАКЦИЯ

Начальник  
*Литвинов Н. Ю.*

Главный редактор отдела  
*Панкин В. Ф.*

Редакторы

*Бунина Т. А.*

*Белоусова Н. А.*

Ответственный секретарь  
*Львов Н. Н.*

## АДРЕС ИЗДАТЕЛЯ И РЕДАКЦИИ

125413, Россия, г. Москва,  
ул. Онежская, д. 26.  
Тел.: 8(495)456-95-38,  
456-93-01, 456-95-21.  
Факс: 456-95-40.  
E-mail: kartgeocentre@mail.ru

Отпечатано: 20.01.2016.  
ООО «Издательство «Полипресс».  
170026, Россия, г. Тверь,  
Комсомольский пр-т, д. 7.  
Тел.: (4822) 55-16-76, 50-02-49.  
Индекс 70213  
ISSN 0016-7126

Подписано в печать 15.01.2016.  
Формат 62 × 94 1/8.  
Печать офсетная.  
Бумага книжно-журнальная.  
Уч.-изд. л. 8,0.  
Тираж 900 экз.  
Заказ № 5716.  
Цена договорная.

Журнал зарегистрирован Федеральным агентством по печати и массовым коммуникациям.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-61279 от 07.04.2015.

Входит в перечень (пункт 492) рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных результатов диссертаций Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации.

Учредитель: ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД».

Издатель и редакция: © ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД», 2015.

# ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 528.94

## Геодемографическая информационная система России: архитектура и информационное обеспечение

© <sup>1</sup>Тимонин С. А., <sup>2</sup>Михайлов Д. И., 2015

<sup>1</sup> Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»  
101000, Россия, г. Москва, ул. Мясницкая, д.20  
stimonin@hse.ru

<sup>2</sup> ФГБНИУ «Совет по изучению производительных сил»  
117997, ГСП-7, Россия, г. Москва, ул. Вавилова, д. 7  
dm.mihailov@gmail.com

*Представлен авторский подход к проектированию и внедрению геодемографической информационной системы России (ГДИС России), создаваемой в Институте демографии НИУ «Высшая школа экономики». На основе сравнительного анализа российских и зарубежных разработок выявлены преимущества и недостатки внедряемых архитектур геоинформационных систем социально-демографической тематики и обоснован выбор технического решения, основанного на собственных ресурсах без выделенного ГИС-сервера с собственным механизмом работы с пространственными данными на основе расширенной реляционной системы управления базами данных. Определен планируемый к реализации функционал ГДИС России (набор инструментов загрузки, хранения, отображения и анализа геодемографических данных) в виде наборов сервисов. Сформирована система первичных и производных геодемографических показателей для представления в ГДИС России; разработана логическая и физическая модели базы данных.*

*База данных России, веб-ГИС, веб-приложение, геодемография, геодемографическая информационная система.*

*Database Russia, web GIS, web application, geodemography, geodemographic information system.*

### Введение

Современные методы географических исследований являются неотъемлемым исследовательским инструментом как в науках о Земле, так и в гуманитарных дисциплинах. Проблемно-ориентированные географические информационные системы (ГИС), обеспечивающие сбор, хранение, анализ и визуализацию пространственно-распределенной информации, позволяют комплексно изучать региональные процессы и принимать на основе проводимого анализа научные и управленческие решения [10, 13]. Такого рода тематические геоинформационные и атласные информационные системы могут быть востребованы в изучении геодемографических процессов как специалистами-демографами, географами,

социологами, так и исследователями из смежных областей знаний [5, 15].

Большинство демографических исследований, в частности в России, сфокусировано на изучении временной динамики того или иного процесса в ущерб анализу его пространственных особенностей. С одной стороны, это связано с недостаточной на данном этапе изученностью демографических процессов на уровне страны в целом, а также некоторым скептицизмом по поводу целесообразности исследования региональных различий в пределах одной страны. С другой стороны, это обусловлено трудоемкостью в сборе и обработке геодемографических данных и отсутствием удобных и доступных инструментов пространственного анализа и геовизуализации. Во многих развитых

и развивающихся странах геоинформационные системы широко внедрены на государственном уровне в процесс подготовки, проведения и распространения результатов переписи населения, что обеспечивает доступ исследователей к самым детальным геодемографическим данным, собранным в ходе переписи [11]. В России несмотря на то, что имеются попытки создания ГИС и автоматических информационных систем (АИС) социально-демографической тематики [1, 2, 4, 6, 8], на данный момент нет реально функционирующей системы, способной обеспечить доступ исследователей к геодемографической информации.

В этой связи нам представляется актуальной задача разработки и внедрения ГИС в изучение населения России и демографических процессов в частности. В зарубежной литературе сформировалось понятие геодемографической информационной системы (geodemographic information system), которое тесно связано с прикладным характером ее использования: проведение коммерческих и маркетинговых исследований на локальном территориальном уровне [14]. Нам представляется перспективным более широкий подход, в рамках которого под геодемографической информационной системой (ГДИС) понимается проблемно-ориентированная ГИС, обладающая расширенными возможностями визуализации и пространственного анализа геодемографических данных, создаваемая для целей мультимасштабного изучения демографических процессов и поддержки принятия решений в сфере социально-демографической политики.

Ниже освещены особенности проектирования геодемографической информационной системы России, разрабатываемой коллективом Института демографии НИУ «Высшая школа экономики» совместно с коллегами географического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова и Совета по изучению производительных сил.

#### **Архитектура геодемографической информационной системы России и соответствующие ей программные средства**

В силу того, что разрабатываемая геодемографическая информационная система России (ГДИС России) предназначена для самого широкого круга пользователей, она реализована в виде веб-приложения. Такой

подход не требует от пользователя установки специализированного геоинформационного программного обеспечения и приобретения навыков работы в нем: весь функционал системы доступен через веб-интерфейс [9]. При этом нами использованы классические средства создания клиентской части приложения (HTML и JavaScript), не требующие от пользователя установки плагинов (в отличие от решений на основе платформ Adobe Flex, Microsoft Silverlight и др.). Выбор физической архитектуры ГДИС России базировался на основе анализа преимуществ и недостатков наиболее распространенных решений и в соответствии с требованиями, предъявляемыми к создаваемой системе [12]. Первый тип решений, используемый для управления как пространственными, так и статистическими данными, основан на собственных ресурсах и предполагает наличие у разработчиков вычислительных мощностей, установку необходимого программного обеспечения, разработку структур хранения данных и программных средств для обеспечения работы с ними, самостоятельное сопровождение программно-аппаратного комплекса. Главным достоинством такого рода решений является полный контроль над их работой, основным недостатком – значительные затраты на разработку и сопровождение решений.

Второй тип решений базируется на использовании облачных технологий публикации пространственно-статистических данных, которые позволяют существенно сократить время на создание системы (например, ArcGIS Online, Google Fusion Tables). Преимущество данного подхода состоит в легкости использования облачных инфраструктур: от разработчика не требуется создания средств хранения и управления геоданными, можно сразу переходить к загрузке предварительно обработанных данных в «облако». Недостатками облачных решений является слабая связь между данными, отсутствие механизмов обеспечения целостности и непротиворечивости данных, ограниченные возможности расширения функционала системы, зависимость от выбранной платформы и, соответственно, поставщика сервисов.

В зависимости от способов управления пространственной информацией разработки делятся на решения с выделенным

и без выделенного ГИС-сервера. Основной функцией ГИС-сервера, наряду с выполнением операций геоанализа, является публикация пространственных и связанных с ними тематических данных. Использование ГИС-сервера дает ряд преимуществ в виде готового механизма отрисовки геоданных и возможности использования хранящейся на нем информации в сторонних приложениях, что облегчает интеграцию с другими информационными системами. Недостатком использования ГИС-сервера является ресурсоемкость рендеринга, что может спровоцировать нехватку аппаратных ресурсов при большом количестве обращений к серверу. Для решения этой проблемы часто применяют механизмы кэширования неизменяемых или редко изменяемых данных (например, географическая основа), однако данный подход не годится для работы с динамически изменяемыми данными. Таким образом, решения, основанные на использовании ГИС-серверов, малоприспособлены для отображения геодемографических (и в целом статистических) данных, поскольку каждый картографируемый показатель требует создания отдельного слоя/сервиса, а увеличение числа доступных показателей приводит к большему потреблению аппаратных ресурсов и затрудняет управление данными.

В случае отказа от использования ГИС-сервера, отрисовка пространственных данных происходит непосредственно в клиентской части веб-приложения. Преимуществом данного подхода является:

- возможность отображения динамически изменяемых статистических данных;

- эффективная работа с геоданными, пространственная часть которых неизменна, а число атрибутивных (и соответственно, картографируемых) показателей значительно;

- возможность частичного кэширования данных на стороне клиента для сокращения времени ожидания пользователя;

- экономия ресурсов сервера.

Недостатком этого подхода является то, что он применим в тех случаях, когда пространственные данные соответствуют одному или нескольким условиям:

- проста структуры (количество слоев невелико);

- относительно небольшое количество отображаемых объектов;

- простота форм отображаемых объектов.

В связи с упомянутыми особенностями ГИС-серверов для представления статистических данных зачастую применяют гибридные решения, когда базовые слои предоставляются в виде картографических ГИС-сервисов, а операционные данные, получаемые с веб-сервера, отображаются динамически в клиентской части приложения поверх базовых картографических слоев.

Для удобного и эффективного хранения и управления как статистическими, так и пространственными наборами данных в большинстве случаев используются реляционные системы управления базами данных (РСУБД). Структура реляционных баз данных (БД) соответствует структуре хранения геодемографических данных, а использование РСУБД обеспечивает контроль целостности данных, упрощает разработку и администрирование как БД, так и системы в целом. В случае использования расширений РСУБД для работы с геоданными\* становится возможным использование готовых структур для хранения пространственных объектов и пространственных индексов, а также создание бесшовных запросов к атрибутивным и пространственным наборам данных.

С точки зрения конечного пользователя можно выделить два основных подхода к предоставлению геодемографических данных: «карта как диаграмма» и «карта как ядро». Решения, основанные на подходе «карта как диаграмма», в первую очередь ориентированы на отображение данных в табличном виде, при этом карта выполняет второстепенную роль и применяется дополнительно для визуализации значений показателей. При этом подходе карта, по сути, является всего лишь одним из видов диаграмм. Для подобных решений, как правило, характерно следующее:

- традиционная верстка страницы веб-приложения: большую часть пользовательского интерфейса занимает таблица и перечень отображаемых показателей, карта занимает небольшую область экрана;

- сильно генерализованное и порою схематичное картографическое изображение;

- вырожденный функционал карты, часто ограниченный показом информации при наведении на объект; отсутствие средств

\* Подобные расширения разработаны как для коммерческих (Oracle Database, MS SQL Server, IBM DB2), так и для свободных (MySQL, PostgreSQL) баз данных, включая встраиваемые (SQLite).

управления картографическим изображением;

ограниченное управление временными диапазонами (как правило, в виде переключателя (фильтра));

отсутствие отдельных инструментов экспорта данных в обменные форматы.

В решениях, основанных на подходе «карта как ядро», пространство пользовательского интерфейса веб-приложения организовано непосредственно вокруг картографического изображения:

основное место на экране занимает сама карта;

список показателей подменяется списком доступных слоев;

табличное представление данных может отсутствовать;

наличие инструментов управления картографическим изображением и подробная, однако не всегда востребованная, географическая основа;

использование, как правило, цилиндрических и псевдоцилиндрических картогра-

фических проекций, которые пригодны для крупномасштабного картографирования локальных областей. В мелких масштабах их использование нецелесообразно, особенно в умеренных и приполярных областях;

приложение является относительно тяжелым, что требует от пользователя большего ожидания отклика системы;

экспорт в обменные форматы затруднен.

В результате проведенного сравнительного анализа вариантов архитектур систем выбрано решение, основанное на собственных ресурсах без выделенного ГИС-сервера с собственным механизмом работы с пространственными данными на основе расширенной РСУБД. Принципиальная схема ГДИС России представлена на рис. 1.

При выборе используемого при разработке программного обеспечения, было выдвинуто два основных требования: обеспечение минимально необходимого функционала и свободное распространение. В качестве операционной системы в настоящее время используется один из дистрибутивов Linux – CentOS 6. На роль СУБД выбрана PostgreSQL 9.3, являющаяся одной из наиболее распространенных альтернатив коммерческим СУБД, обеспечивающая сопоставимую с ними функциональность. Одной из важных особенностей PostgreSQL является наличие расширения PostGIS, позволяющего работать с пространственными данными. В качестве веб-сервера используется Apache. Код приложения написан на Python (веб-сервисы) и JavaScript (клиентская часть).

Для работы с данными вводится разграничение прав пользователей. В первом приближении можно выделить четыре группы пользователей (табл. 1).

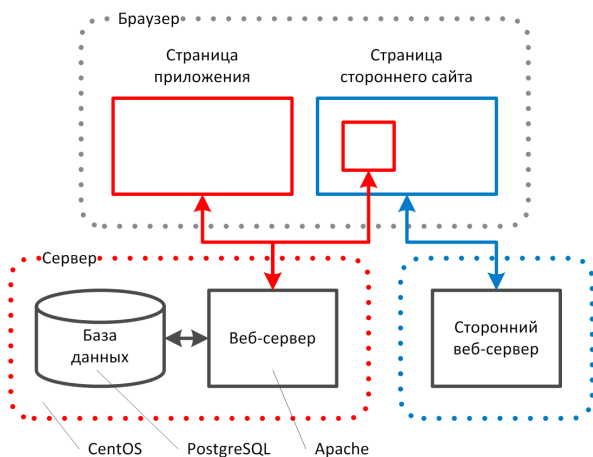


Рис. 1. Принципиальная схема геодемографической информационной системы России

Таблица 1

Основные группы пользователей геодемографической информационной системой

Группа пользователей	Права пользователей	Необходимость авторизации
Читатели	Наиболее многочисленная группа пользователей, которая может просматривать информацию, опубликованную в приложении, и не может каким-либо образом изменять данные	Необязательно
Публикаторы	Пользователи, имеющие право загрузки новых геодемографических данных; могут настраивать индивидуальное представление данных	Обязательно
Редакторы	Пользователи, осуществляющие ведение справочников, контроль загрузки данных, настройку использующихся по умолчанию представлений данных	Обязательно
Администраторы	Пользователи, управляющие правами доступа и меняющие основные настройки системы	Обязательно

### Функциональные возможности геодемографической информационной системы и предъявляемые к ним требования

Для определения инструментов анализа и отображения геодемографических данных, которые могут быть наиболее востребованы со стороны демографов, социологов, географов и экономистов, авторами был проведен их опрос (анкетирование). На основании полученных анкет и с учетом анализа опыта эффективного управления пространственными данными [7], были сформированы

функциональные требования к системе в виде наборов сервисов (табл. 2).

Важной особенностью решения является возможность встраивания отдельных средств визуализации (карты, диаграммы) в страницы сторонних сайтов. Встраиваемые средства визуализации являются интерактивными, что делает материал более наглядным для читателей. Пользователь, заинтересовавшийся представленным средством визуализации, может перейти к полнофункциональной версии системы.

Таблица 2

Функциональные возможности геодемографической информационной системы

Сервисы	Функции, реализуемые сервисами
Загрузка данных	<p>Загрузка данных в систему из обменных форматов табличных данных (в том числе собственных данных пользователями системы)</p> <p>Верификация загружаемых данных</p> <p>Ведение справочников: справочники показателей (в т. ч. единиц измерения, типов и групп показателей), административно-территориальных единиц (в т. ч. их кодировок и изменений во времени), источников данных, временных диапазонов</p> <p>Создание метаописаний в справочниках по следующим признакам: название показателя в БД, полное название показателя, тип (исходный, стандартизованный, исходно рассчитанный, производный), источник данных, ссылка на источник данных, методика расчета для стандартизованных/производных показателей (кратное описание и/или ссылка на ресурс/файл с описанием методики), временной диапазон, пространственная детализация, ФИО редактора, дата редактирования</p>
Чтение и обработка данных	<p>Выбор показателя из полного списка всех показателей, либо в соответствии с группировкой показателей по тематическим рубрикам (например, рождаемость, смертность, миграция) или по типу источников данных (перепись населения, текущий учет)</p> <p>Фильтрация данных, в том числе выбор интересующего периода времени и территориальной области интереса</p>
Стандартизация и расчет производных показателей	<p>Пересчет некоторых исходных показателей, всегда хранящихся в неизменном виде, в стандартизованный/агрегированный вид с последующим хранением в отдельной таблице</p> <p>Расчет производных показателей по определенным алгоритмам с последующим хранением в отдельной таблице</p>
Визуализация	<p>Представление значений выбранных показателей в табличном виде</p> <p>Представление интерактивных средств визуализации данных: карт, графиков, диаграмм (в т. ч. специализированных, например, половозрастных пирамид)</p> <p>Управление картографическим изображением: выбор способов изображения и цветовой палитры, изменение числа градаций в легенде и выбор метода классификации, в т. ч. возможность изменения значений пользователем системы, масштабирование, перемещение изображения в пределах рамки (скроллинг, прокрутка), выделение фрагмента изображения, получение информации об объекте (при клике или наведении на объект), изменение размеров/перемещение окна картографического изображения</p>
Пространственный анализ	В виде расширений СУБД, а также отдельных программных продуктов (приложений или библиотек)
Поиск	По метаданным, пространственному охвату
Экспорт информации	<p>Экспорт значений показателя в обменные форматы табличных данных (xls, .csv, .txt) для использования в сторонних приложениях</p> <p>Компоновка и экспорт графических изображений (в т. ч. картографических) в обменные форматы (.png) для использования в качестве иллюстративного материала</p>
Администрирование системы	Разграничение прав пользователей

### Информационное обеспечение геодемографической информационной системы России

Содержательным ядром ГДИС, безусловно, является совокупность наполняющих ее данных. Все демографические показатели можно разделить на две группы в зависимости от способа их получения: первичные статистические показатели, собираемые в ходе проведения переписей, выборочных обследований и текущего учета населения и производные, рассчитываемые на основе первичной статистики. Отметим, что индивидуальные первичные данные, агрегированные до уровня более крупных территориальных образований, возрастных групп и т. д. также относятся к группе первичных агрегированных индикаторов.

При формировании перечня первичных показателей мы в первую очередь ориентировались на особенности российской статистики в отношении учета демографических событий и процессов. Каждый показатель связан с единицей административно-территориального деления и временным периодом, а также может быть дифференцирован по ряду категориальных переменных: возраст, пол, тип местности и другие. Например, число умерших – это первичный показатель, распределение умерших по территориям, годам, полу, возрасту и причинам смерти – его разновидности.

Производные демографические индикаторы, которые могут быть использованы для анализа и мониторинга демографической ситуации, рассчитываются исключительно на основании первичных данных. Перечень производных показателей, представленный в табл. 3 по тематическим рубрикам, не является исчерпывающим и может быть расширен и уточнен.

Основным «поставщиком» официальной статистической информации, в том числе о демографических процессах, является Федеральная служба государственной статистики (Росстат). В рамках существующего законодательства субъекты статистического учета осуществляют сбор первичных статистических данных согласно утвержденным формам статистического наблюдения. Росстат, в соответствии с принятой методологией, аккумулирует первичную информацию, обрабатывает и предоставляет в агрегированном виде в публикациях

и базах данных. Именно информация Росстата, представленная в статистических сборниках («Демографический ежегодник России», «Труд и занятость в России», «Экономическая активность населения России», «Здравоохранение в России») бюллетенях и журналах («Обследование населения по проблемам занятости», «Естественное движение населения», «Численность населения Российской Федерации по городам, поселкам городского типа и районам», «Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям», «Численность и миграция населения Российской Федерации», «Численность населения Российской Федерации по полу и возрасту», «Предположительная численность населения Российской Федерации»), базах данных (Центральная база статистических данных (ЦСБД), Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС), База данных показателей муниципальных образований), публикациях результатов переписи населения является ключевым источником информации для формирования БД ГДИС. Помимо статистики, предоставляемой Росстатом, используются данные российских ведомств и министерств, в частности Федеральной миграционной службы и Министерства здравоохранения Российской Федерации. БД ГДИС может быть также дополнена результатами репрезентативных обследований, имеющих региональную компоненту.

При формировании БД на территорию зарубежных стран представляется проблематичным получение данных от каждой национальной статистической страны. Поэтому, кажется рациональным использование информации из достоверных гармонизированных БД с покрытием всех стран (World Population Prospects, World Population Datasheet, WHO Mortality Database) или отдельных регионов/групп стран (Human Mortality Database, Human Fertility Database).

Главным источником пространственных данных разрабатываемой системы являются данные Open Street Map (OSM). Основное преимущество этого набора геоданных – свободное использование. В то же время качество данных небезупречно и требуется их тщательная верификация, что и было сделано, особенно в отношении полигонально-



## Производные демографические показатели

1. Возрастно-половая структура населения	5. Рождаемость и репродуктивное здоровье
Оценка численности постоянного населения на 1 января, чел.	Общий коэффициент рождаемости, ‰
Среднегодовая численность населения, чел.	Специальный коэффициент рождаемости, ‰
Предположительная численность населения, чел.	Коэффициент внебрачной рождаемости, ‰
Плотность населения, чел/км <sup>2</sup>	Возрастные коэффициент рождаемости, на 1000 женщин соответствующего возраста
Уровень урбанизации, %	Коэффициент суммарный рождаемости, на одну женщину
Густота населенных пунктов, н. п./100 км <sup>2</sup>	Средний возраст матери при рождении ребенка, лет
Средний размер населенного пункта, чел./н. п.	Число аборт, на 1000 женщин в возрасте 15–49 лет
Доля населения в <i>i</i> -ой возрастной группе, %	Число аборт, на 100 живорождений
Доля населения в возрасте <i>x</i> лет и старше, %	Суммарный коэффициент аборт, на одну женщину
Коэффициент демографической нагрузки детьми, пожилыми, суммарный, на 1000 чел.	6. Смертность и продолжительность жизни
Вторичное и третичное соотношение полов, женщин на 100 мужчин	Общий коэффициент смертности (в т. ч. по причинам смерти), ‰
Средний возраст населения, лет	Возрастные коэффициент смертности (в т. ч. по причинам смерти), на 100 000 чел.
Медианный возраст населения, лет	Стандартизованный коэффициент смертности (в т. ч. по причинам смерти), на 100 000 чел.
2. Динамика численности населения	Коэффициент младенческой смертности, ‰
Общий прирост (убыль) населения, чел.	Коэффициент детской смертности, ‰
Коэффициент общего прироста населения, ‰	Ожидаемая продолжительность жизни в возрасте <i>x</i> лет, лет
Темп прироста/роста населения, %	Показатели таблиц смертности
3. Воспроизводство населения	Средний возраст смерти по причинам смерти, лет
Естественный прирост населения, чел.	7. Миграция населения
Коэффициент естественного прироста, ‰	Миграционный прирост населения, чел.
Брутто-коэффициент воспроизводства	Миграционный оборот, чел.
Нетто-коэффициент воспроизводства	Коэффициент миграционного прироста, на 10 000 чел.
4. Брачность и брачное состояние	Коэффициент миграционного оборота, на 10 000 чел.
Общий коэффициент брачности, ‰	Коэффициент интенсивности по прибытию, на 10 000 чел.
Возрастные коэффициент брачности, ‰	Коэффициент интенсивности по выбытию, на 10 000 чел.
Средний возраст при регистрации брака, лет	8. Рынок труда
Общий коэффициент разводимости, на 1000 чел.	Уровень экономической активности, %
Возрастные коэффициент разводимости, на 1000 чел.	Уровень занятости, %
Средний возраст при регистрации развода, лет	Уровень безработицы, %

го слоя с муниципальными образованиями и точечным слоем с городами России.

На физическом уровне демографические данные в БД представлены двумя основными типами таблиц: таблицы с исходными, стандартизованными (агрегированными) и расчетными показателями и справочники. Строго говоря, таблицы

с исходными показателями содержат в неизменном виде демографические и связанные с ними индикаторы, загруженные из внешних источников данных. Таблицы со стандартизованными показателями хранят некоторые пересчитанные исходные индикаторы в стандартизованном/агрегированном виде. Например, возрастной состав населения

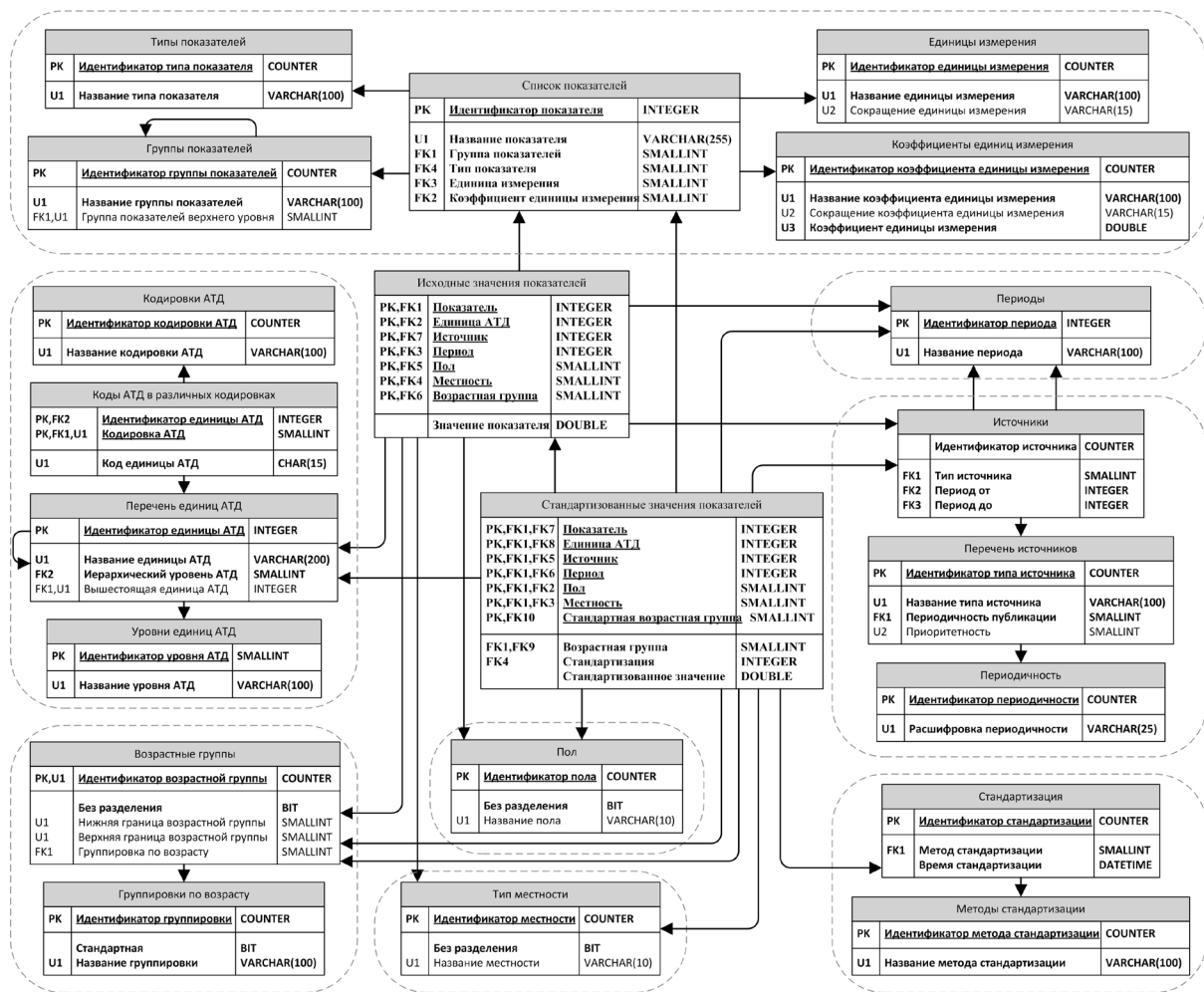


Рис. 2. Схема базы данных геодемографической информационной системы России

может быть пересчитан в принятую возрастную схему (0,1–4,5–9,..., 85+); данные о численности населения, загруженные в разных единицах измерения, приводятся к единому виду; загруженные абсолютные показатели по субъектам Российской Федерации агрегируются до уровня федеральных округов и России в целом. Таблицы с расчетными показателями содержат результаты вычислений, произведенных в системе на основе определенных алгоритмов.

Справочники содержат набор уникальных значений того или иного признака объекта, хранящегося в БД (например, перечень показателей, источников данных, единиц измерения, список единиц административно-территориального деления (АТД) и их коды, алгоритмы расчета, прочее). На рис. 2 представлен фрагмент схемы БД, иллюстрирующий структуру таблиц и их отношения.

Наборы пространственных объектов, представленные векторными, растровыми

и сетевыми моделями данных, также хранятся в виде связанных реляционных таблиц под управлением РСУБД. Для взаимно-однозначного соединения статистических и пространственных данных предложена система уникальных идентификаторов для кодировки единиц административно-территориального и статистического учета. При ее разработке использовались Общероссийский классификатор объектов АТД (ОКАТО), Общероссийский классификатор муниципальных образований (ОКТМО), ТЕРСОН код Росстата, классификатор стран ООН.

### Заключение

В статье представлен авторский подход к разработке геодемографической информационной системы России, которая должна стать удобным исследовательским инструментом анализа и изучения региональных демографических процессов. Ана-

лиз зарубежных разработок показывает, что создаваемая система не уступает лучшим иностранным практикам создания геоинформационных веб-приложений социально-демографической тематики.

Преимуществом создаваемой ГДИС России является тот факт, что ее проектирование и разработка ведется с использованием свободного программного обеспечения и открытых наборов пространственных и статистических данных.

*В статье представлены результаты работы по проекту РФФИ, грант № 14-07-00920.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Атлас демографического развития России /* Под ред. Г. В. Осипова, С. В. Рязанцева. – М.: Экономическое образование, 2009. – 220 с.
2. *Баженова Е. А.* Атласная информационная система социальной тематики Южного федерального округа РФ: Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. геогр. наук. – М.: МГУ имени М. В. Ломоносова, 2009. – 24 с.
3. *Баранов Ю. Б., Берлянт А. М., Капралов Е. Г., Кошкарев А. В., Серапинас Б. Б., Филиппов Ю. А.* Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов. – М.: ГИС-Ассоциация, 1999. – 204 с.
4. *Белозеров В. С., Панин А. Н., Тикунов В. С.* Атласная информационная система для изучения этнодемографических процессов в Ставропольском крае // *Вестн. Моск. ун-та. Серия 5. География.* – 2008. – № 1. – С. 39–44.
5. *Голубчиков Ю. Н., Тикунов В. С., Тикунова И. Н.* Геоинформационная система для демографических исследований // *Географический вестн. Картография и геоинформатика.* – 2014. – № 3(30). – С. 130–137.
6. *Игонин А. И.* Создание справочно-аналитической геоинформационной системы мониторинга демографического развития Европы и Азиатской части России: Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. геогр. наук. – М.: МГУ имени М. В. Ломоносова, 2012. – 26 с.
7. *Кошкарев А. В.* Эффективное управление пространственными метаданными и геосервисами в инфраструктурах пространственных данных // *Пространственные данные.* – 2008. – № 1. – С. 28–35.
8. *Кошкарев А. В., Тикунов В. С., Тимонин С. А.* Геопортал «Демография»: методика и технологии картографирования // *Геодезия и картография.* – 2010. – № 1. – С. 24–31.
9. *Михайлов Д. И., Тимонин С. А., Ушаков Д. А.* Разработка информационной системы для обеспечения мониторинга социально-экономического развития регионов России // *Материалы Междунар. науч. конф. ИнтерКарто/ИнтерГИС–16 «Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт».* – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. – С. 65–72.
10. *Тикунов В. С.* Атласная информационная система «Устойчивое развитие России» // *Вестн. Моск. ун-та. Серия 5. География.* – 2002. – № 5. – С. 21–32.
11. *Тимонин С. А., Пьянкова А. И., Анискина Т. А.* Геоинформационные системы в переписи населения: международный опыт и перспективы использования в России // *Вопросы статистики.* – 2014. – № 1. – С. 49–56.
12. *Fu P., Sun J.* Web GIS: principles and application. ESRI Press, 2011. – 298 p.
13. *Goodchild M.* Geographic information systems and science: today and tomorrow // *Annals of GIS.* – 2009. – 1(15). – P. 3–9.
14. *Singleton A. D., Longley P. A.* Geodemographics, visualization and social networks in applied geography // *Applied Geography,* 2009, 29. – P. 289–298.
15. *Voss Paul R.* Demography as a Spatial Social Science. URL: <http://www.apl.wisc.edu/Publications/Demography%20as%20a%20Spatial%20Social%20Science.pdf>. Дата обращения: 01.02.2013.

#### Summary

The article presents the author's approach to the design and implementation of the geodemographic information system of Russia (GDIS of Russia) developing at the Institute of Demography, Higher School of Economics. Advantages and disadvantages of the implemented architectures of the geographic information systems of social and demographic contents are revealed on the basis of comparative analysis of Russian and foreign systems. Thus we justified the choice of technical solutions, based on own resources without a dedicated GIS server with own mechanism for working with spatial data based on extended relational database management system data. We defined the system functionality (a set of tools for downloading, storing, displaying and analyzing of geodemographic data) in a form of services. The system of primary and derivative geodemographic indicators for GDIS of Russia is discussed. The logical and physical database models are developed.