

Применение ГИС-инструментария геохронологического трекинга для сетевого анализа биографических данных

Application of GIS tools of geochronological tracking for network analysis of biographical data

Ивакин / Ivakin Y.

Ян Альбертович

(ivakin@oogis.ru)

доктор технических наук, профессор.

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук

(СПИИРАН), ведущий научный сотрудник.

г. Санкт-Петербург

Смирнова / Smirnova O.

Оксана Вячеславовна

(sov@oogis.ru)

кандидат технических наук.

СПИИРАН,

старший научный сотрудник.

г. Санкт-Петербург

Потапычев / Potapychев S.

Сергей Николаевич

(potapychев@oogis.ru)

кандидат технических наук.

СПИИРАН,

старший научный сотрудник.

г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: географические информационные системы – geographical information systems; ГИС-технологии – GIS technologies; геохронологический трек – geochronological track; междисциплинарные исследования – interdisciplinary researches.

Геоинформационные системы нашли широкое применение в современных исследованиях гуманитарных наук. Вместе с тем такие исследования базируются на использовании универсальной функциональности геоинформационных технологий, ощущается объективный дефицит специализированного ГИС-инструментария для исторических, этнографических и пр. исследований. Геохронологический трекинг представляет собой пример такого научно-методического и программно-технологического инструментария, специально разработанного для определенного класса исторических задач: для сетевого анализа биографических данных. Рассмотрению принципиальных возможностей и специфике такого ГИС-инструментария посвящена данная статья.

Geographic information systems are widely used in contemporary researches of human sciences. In addition to that, such researches are based on use of the universal functionality of geographic information technologies, an objective shortage of specialized GIS tools for historical, ethnographic and other researches is observed. Geochronological tracking is an example of such research and methodology and software and hardware tools which are specially developed for a certain class of historical problems: for network analysis of biographical data. This article is dedicated to review of principal capabilities and specific features of this GIS tools.

Введение

Географические информационные системы (ГИС) сегодня выступают в роли эффективного инструментария исследователей в гуманитарных науках, прежде всего в истории. Однако класс специализированных методов и ГИС-средств интеллектуальной поддержки исследователя при решении именно исторических задач, при проведении компьютерного моделирования тех или иных исторических процессов в геопространстве недостаточен. Как правило, такие исследования базируются на использовании универсальной функциональности ГИС, т.е. на использовании геодезических, топографических и универсально-географических приложений. Геохронологический трекинг – это пример специализированного ГИС-инструментария для решения соответствующего класса исторических задач. Основным конструктивом предлагаемого ГИС-инструментария является механизм интеграции хронологических и геопространственных данных в виде геохронологического трека, реализующий информационные методы, описанные в [1, 2].

Исходя из энциклопедического понимания слова “трек” как ряда точек на траектории движения, вереницы событий, можно трактовать “Геохронологический трек” как совокупность параметров (данных), описывающих ряд последовательных событий в жизни индивида (группы, некоторой исторической общности) с привязкой ко времени и месту появления этих событий. На географической карте такой трек будет представлять кривую, соединяющую географические точки нахождения исто-

рической личности (группы и пр.) с цвето-градиентной привязкой к хронологии событий [3]. Соответственно, геохронологический трекинг – это процедура (метод, процесс) построения, обобщения и интерпретации совокупности геохронологических треков по статистически значимой, в исследовательском смысле, социальной группе, которая позволяет выявить новые факты и закономерности в развитии исторических процессов.

Разработка алгоритмических и программных механизмов построения и корректного отображения геохронологических треков на электронной карте для отдельных исторических личностей, членов малых социальных групп, а также интеграции исторической и географической информации при обобщении составляет существо данной статьи.

Интеграция биографической и географической информации в виде геохронологического трека

Построение геохронологического трека исторической личности (индивида) или исторического объекта на основании геопространственной интерпретации его биографической информации есть интеграция хронологических и географических данных в виде графа, соединяющего географические точки нахождения исторической личности (группы и пр.) с цвето-градиентной привязкой к тем или иным параметрам этого индивида, или исторических событий. Историко-биографическая информация, получаемая из архивных источников, при кажущейся естественной упорядоченности характеризуется неполнотой, нечеткостью, а часто и недостаточной точностью. На рис. 1 приведены примеры исходных биографических данных, используемых для формирования геохронологических треков индивидов. При этом вершины такого графа, как геохронологический трек, имеют строгую историко-географическую привязку, а дуги носят условно-логический характер.

Построение геохронологического трека исторической личности (объекта) может иметь ряд специфических особенностей в условиях фрагментарной исходной информации. В таком случае полноценность применения этого программно-методического инструментария обеспечивается сочетанием геоинформационных технологий с возможностями современных систем геопространственно-временного имитационного моделирования протекания процессов. Для математическо-алгоритмической и программной реализации построения геохронологического трека как соответствующего графа, в условиях объективной фрагментарности исходной историко-архивной информации, как правило, методами имитационного моделирования решается следующий ряд задач:

– вероятностная оценка и учет при отображении трека неравномерного характера перемещений исторических личностей во времени и пространстве (математически: отсутствия непрерывности и равномерности приращений перемещений исторических личностей или групп);

– учет неопределенности, неточности имеющейся исторической информации о перемещениях исторических личностей в географическом пространстве, о местоположении тех или иных исторических событий в виде соответствующих доверительных интервалов и доверительных вероятностей;

– учет влияния изменений самого географического пространства (ландшафта протекания исторических процессов) во времени;

– оценка влияния специфики поиска и подготовки исходных исторических и геопространственных данных для построения трека;

– и ряд других, подобных задач.

Применение алгоритмических и программных механизмов построения, а также корректного отображения геохронологических треков в ГИС для отдельных исторических личностей, членов малых социальных групп и т.д. позволяет добиться снижения неопределенности, неточности исторического знания при решении таких типов исторических задач как:

– установление возможности встреч («пересечений» лиц из изучаемой совокупности), зависимости исторических событий и пр.;

– выявление неподтверждаемых гипотез, мифологизированных событий, неточностей;

– уточнение компьютерных реконструкций в историко-географическом плане и т.п.

Особенный интерес для исследователя представляет процесс накопления и суммирования геохронологических треков на статистически значимой выборке (авто) биографических данных индивидов. Именно такой процесс называется геохронологическим трекингом.

Геохронологический трекинг как сетевая структура

Под геохронологическим трекингом понимается процесс накопления и интеграции данных о пространственных перемещениях изучаемых персоналий, зафиксированных в исторических источниках в течение рассматриваемого периода времени с представлением результатов в виде обобщающего графа в ГИС. При этом вершины такого обобщающего графа имеют строгую географическую привязку, а различные характеристики дуг (цвет, толщина, форма, направление и т.д.) кодируют соответствующие параметры массового перемещения исторических личностей (индивидов). Общий вид и концептуальную идею геохронологического трекинга можно понять по рис. 2, представляющему обобщающий сетевой граф из работы [5].

Геохронологический трекинг позволяет выявлять, изучать и наглядно представлять скрытые исторические факторы деятельности государственных, военных и др. органов управления в области кадровой политики, неочевидные аспекты миграционной, этно-конфессиональной, мобилизационной направленности. Например, проследить особенности и значимые факторы поли-

Галышкин Евгений Павлович, Подполковник. Поступной список № 126-419 (РГВИА, Ф. 409). Поступной список Род. 07.03.1844 г. Воспитывался в 13.06.1862 г. – в батальон вступил С 24.03.1863 г. в Польского мятежа 27.09.1867 г. – в это время, предст 30.05.1869 г. – в предположении 03.05.1870 г. – в 17.07.1870 г. – в была расквартир	Гофмейстер Александр Александрович, Капитан. Поступной список № 126-359 (РГВИА, Ф. 409). Поступной список составлен 26.10.1887 г. Род. 18.05.1851 г. Из дворян Тверской губ. 17.08.1870 г. – вступил в службу из военноопределяющихся по экзамену Павловское училище (г.С.-Петербург) юнкером 17.07.1872 г. – прапорщик, определен в 16-ю артиллерийскую бригаду (в расквартирована в с.Полоцк, Виленской ВО). 29.12.1873 г. – произведен в подпоручики. 30.03.1875 г. – произведен в поручики. 04.08.1876 г. – уволен в отставку. 05.11.1876 г. – зачислен на службу в пешую горную батарею (эта батарея сформирована в конце 1876 г. при действующей армии, дислоцировалась с Каракул) С 12.04.1877 г. по 03.06.1879 г. – находился за пределами России, участник турецкой войны 1877-1878 гг. (в составе войск под командованием генерала Скобелева).	Иванов Петр Петрович, Капитан. Поступной список № 126-382 (РГВИА, Ф. 409). Поступной список составлен 16.10.1900 г. Род. 17.04.1858 г. Из Неженских греков. 27.08.1878 г. – в службу вступил юнкером рядового звания в 3-е военное Александровское училище (г.Москва). 11.09.1879 г. – унтер-офицер. 08.08.1880 г. – произведен в прапорщики, определен в Динабургскую крепостную артиллерию. 08.08.1881 г. – произведен в подпоручики. 14.06.1885 г. – переведен в Киевскую крепостную артиллерию. 01.12.1885 г. – произведен в поручики. 26.05.1886 г. – командирован в С.-Петербургскую крепостную артиллерию для изучения электросветильных аппаратов С 19.09.1887 г. по 24.12.1887 г. – командирован с транспортом орудий в Аджарскую крепость С 29.06.1888 г. по 20.08.1888 г. – командирован с транспортом в Варшавскую крепостную артиллерию. С 15.05.1889 г. по 28.07.1889 г. – командирован в г.Казань «за присмотр транспорта»
--	--	--

Рис. 1. Примеры исходных биографических данных, используемых для формирования геохронологических треков индивидов

тики органов военного управления по комплектованию кадрами приграничных частей в предвоенный период на основании анализа статистически значимой выборки послужных списков военнослужащих или проанализировать неформализованные в документах, но объективно существовавшие тенденции в проведении репрессий 1930–1950-х гг. в СССР, и т.д.

Очевидно, что геохронологический трекинг, как методологический и технологический аппарат исследований, не носит универсального характера, но он предусматривает для различных категорий использования возможность параметризации и наращивания номенклатуры видов решаемых исследовательских задач по анализу пространственных аспектов исторических процессов, возможность изменения характера сбора и обобщения исходных данных для отображения на электронной карте в соответствующей нотации. Определение границ области его применимости, а также граничных условий использования является предметом дальнейших исследований как специалистов разработчиков, так и потребителей – историков.

Архитектура геоинформационной системы для геохронологического трекинга

Основным инструментарием построения и анализа геохронологических треков и их обобщения в рамках технологии трекинга является специализированная ГИС. Наиболее полно реализовать концептуальную модель геохронологического трекинга можно с помощью сервис-ориентированной архитектуры [1]. Обобщенная сервис-ориентированная архитектура предлагаемой ГИС представлена в нотации UML на рис. 3.

Основным средством взаимодействия пользователя с программной системой является геоинформационный интерфейс (ГИС-интерфейс) [1]. ГИС-интерфейс пред-

ставляет собой набор компонентов графического интерфейса пользователя ГИС, обеспечивающих управление системой с различных устройств ввода информации. Он обеспечивает отображение и редактирование данных, предоставляемых другими компонентами ГИС в удобном для пользователя виде.

ГИС-интерфейс обеспечивается картографическими данными через соответствующий сервис. Данный сервис предоставляет картографические данные как в виде наборов растровых файлов, так и в виде наборов атрибутов конкретных картографических объектов. Все данные сервис получает через Интернет. Основным картографическим набором данных для данного сервиса является набор данных OpenStreetMap (<http://www.openstreetmap.org>).

Данные для построения геохронологического трека хранятся в соответствующих базах данных. Доступ к базам данных осуществляется через набор сервисов. Перечень баз данных и сервисов включает в себя:

- базу данных и сервис мест дислокации воинских частей;
- базу данных и сервис воинских частей;
- базу данных и сервис индивидов.

Для проверки корректности вводимых и введенных данных предназначен сервис контроля корректности данных. При обнаружении факта некорректности вводимых данных пользователю выводится окно, с предложением корректировки этих данных.

Сервис построения геохронологического трека – важнейшая часть данной ГИС.

Он обеспечивает:

- построение геохронологических треков для различных временных интервалов (месяцев, лет, веков);
- настройку отображения геохронологических треков (цвет, толщина линий и т.д.);

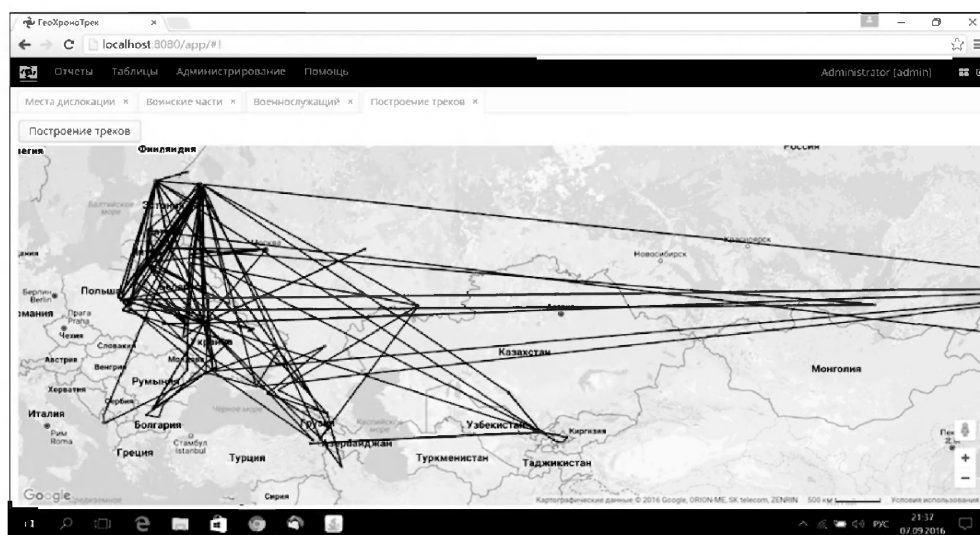


Рис. 2. Сетевой граф как результат геохронологического трекинга

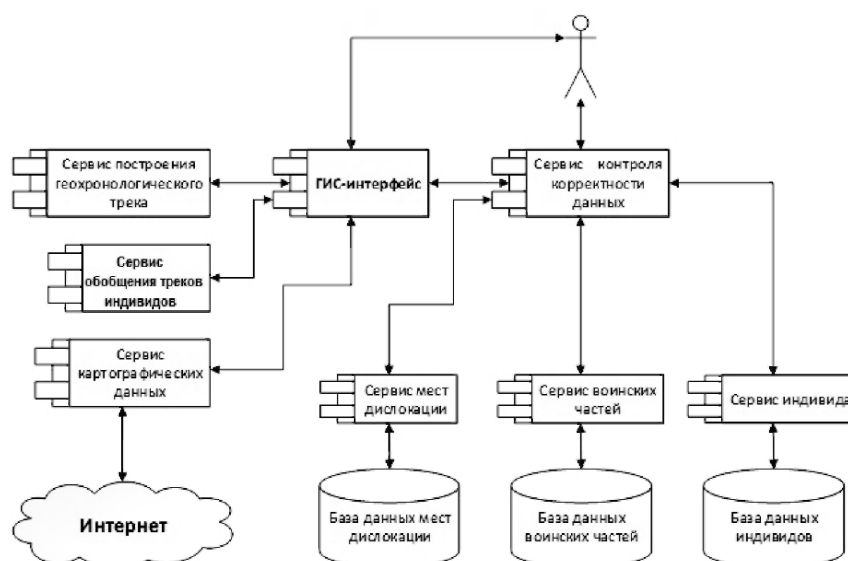


Рис. 3. Архитектура ГИС геохронологического трекинга

– корректировку (редактирование) геохронологических треков для более наглядного их отображения.

Сервис обобщения треков индивидов необходим для логико-математической и визуальной репрезентации обобщающего графа на статистически значимой выборке индивидуальных треков за исследуемый исторический (временной) интервал.

Технология реализации геохронологического трекинга

Геохронологический трекинг предусматривает следующую последовательность обобщенных шагов реализации своей прикладной программной функци-

ональности (раскрыто на примере по исследованию факторов кадровой политики в военной сфере):

1. Первоначально пользователем в виде отдельной базы данных формируется перечень населённых пунктов, в которых расквартировывались воинские части. Населённым пунктом расквартирования воинской части считается населённый пункт, в котором располагался ее штаб, штаб-квартира, а при отсутствии штаба – место официального размещения командира (начальника) части с аппаратом его заместителей и помощников. При этом предполагается, что такие населенные пункты определяются единожды. Географической точкой расположения населенного пункта принимается широта и долгота расположения глав-

почтамта (почтовой станции, отделения почты) в этом населенном пункте (Таблица 1).

Обнаружение пользователем данных об изменении статуса или названия населенного пункта, при неизменности географических координат, требует внесения корректур (добавлений) в поле «Название населенного пункта / Варианты названий пункта, имевшие место в исторической ретроспективе». Изменение географических координат населенного пункта при неизменности названия, статуса требует введения новой записи о населенном пункте с определением в поле «Название населенного пункта / Варианты названий пункта, имевшие место в исторической ретроспективе» временного интервала, когда данные изменения были актуальны (Например: «Город Чкалов (1938–1957), ныне Оренбург»). В указанной таблице не должно существовать различных записей о населенных пунктах с одними и теми же географическими координатами. Выполнение этого требования обеспечивается соответствующей программной функцией контроля корректности внесения записей в Таблицу «Места дислокации воинских частей».

Наименования населенных пунктов, не являющихся областными (губернскими) центрами, должны вводиться с полным наименованием. (Например: «г. Джанкой, Крымской области, Украинской ССР».) Даты приводятся с точностью до месяца.

Для упрощения снятия географических координат населенного пункта реализована вспомогательная функция «скальвания» указанных координат с рабочей карты пользователя.

1. В отдельном модульном окне формируется Перечень воинских частей, анализируемых при построении геохронологических треков. Данный подпроцесс также носит характер внесения соответствующих записей в соответствующую табличную форму, представленную в Таблице 2.

При определении перечня воинских частей за основание для градации принимается такое войсковое подразделение как «ПОЛК». При отсутствии в наименовании места службы определения принадлежности к полку, пользователю необходимо определиться с равными или соответствующими полку категориями: военное училище, отдельный артиллерийский дивизион в составе дивизии, бригада кораблей, авиационный полк, окружной госпиталь (при излечении) и пр.

Даты передислокации (изменения мест расквартирования) учитываются с точностью до месяца. Временных разрывов в хронологии изменений местоположения воинской части не предусматривается. Допускается такой идентификатор времени как «По настоящее время».

Переименование воинской части, ее переформирование с вхождением в состав других частей рассматривается как факт прекращения ее существования и появления новой части, с новым наименованием.

Заполнение поля «Дислокация» в перечне воинских частей производится только посредством выбора вари-

анта из выпадающего списка, определяемого согласно таблице «Места дислокации воинских частей». То есть, если воинская часть в какой-то значимый период времени дислоцировалась в населенном пункте, который ранее не был внесен в таблицу «Места дислокации воинских частей», то это пункт необходимо предварительно определить соответствующей записью в эту таблицу.

1. Наличие структурированных данных вышеуказанных таблиц позволяет осуществить формирование в табличной форме индивидуальных послужных карточек «Геохронологический трек индивида», формат которой представлен в Таблице 3.

Дата рождения конкретного индивида (военнослужащего) заполняется с точностью до месяца. Поле «Наименование воинской части» заполняется только посредством выбора варианта из выпадающего списка, определяемого согласно таблице «Перечень воинских частей». В поле «Дата назначения в часть» вносится дата с точностью до месяца. При этом считается, что послужной список является непрерывным во времени, т.е. дата назначения к следующему месту службы рассматривается как дата завершения службы на предыдущем месте.

На основании общих данных в таблицах «Места дислокации воинских частей» и «Перечень воинских частей» пользователь формирует статистически значимую базу данных из индивидуальных послужных карточек «Геохронологический трек индивида». Именно визуальная интерпретация такой базы данных на основе ГИС-подложки представляет собой существо работы программного средства.

2. Инициация построения и обобщения треков индивидов на географической карте осуществляется по отдельному запросу (клику соответствующей виртуальной кнопки). Результатом реализации функциональности программного средства «Геохронологический трекинг» является географическая карта, на которой наносится граф обобщающий геохронологические треки индивидов, карточки которых занесены в базу данных. Вершинами такого графа являются в данном случае места дислокации воинских частей, а дугами – направленные линии характеризующиеся:

– толщиной – количество назначений-перемещений за рассматриваемый период, с плавным градированием по принципу:

· – одно назначение —————> ○ – сто и более назначений;

– цветом – средний возраст лиц, назначенных по данному направлению за анализируемый период, с плавным градуированием по принципу плавного изменения цветовой гаммы от теплых тонов к холодным, где красный цвет – 18 лет и ранее, а фиолетовый – 55 лет и старше;

– цветом среза дуги – обобщения дополнительных данных задаваемых пользователем в поле «Дополнительные данные» записей в таблице «Геохронологический трек индивида».

Таблица 1

Структура и примеры записей в таблице «Места дислокации воинских частей»

№	Технический идентификатор	Название населенного пункта / Варианты названий пункта, имевшие место в исторической ретроспективе	Широта места	Долгота места
1.	Орб12345HE	Город Оренбург /Город Чкалов	53 6'1 S	24 12'2W
2.	ЛВБ54321ГА	г. Лепель, Витебской обл., БССР.	33 6'1 S	28 12'2W
...	...	...	...	...

Таблица 2

Структура и примеры записей в таблице «Перечень воинских частей»

№	Наименование воинской части	Дислокация	Дата расквартирования	Дата завершения расквартирования
1.	44 кавалерийский полк 11 кавалерийской дивизии Туркестанского военного округа	Город Оренбург	Июнь 1919	Май 1925
		г. Лепель, Витебской обл., БССР.	Июнь 1925	Июнь 1941
		Город Тегеран, Иран	Июль 1941	Май 1947
2				
	...	...	...	...

Таблица 3

Структура и примеры записей в таблице «Геохронологический трек индивида»

Ф.И.О. - Ивакин Николай Петрович		Дата рождения - 1895г., май.	
Доп. Данные - ...			
№	Наименование воинской части	Дата назначения в часть	
1.	Краснодарские курсы командиров РККА	месяц	год
2.			
			

Учитывая, что назначения, как правило, носят двусторонний характер, визуально смежные дуги между двумя вершинами графа, обобщающего геохронологические треки, носят выпуклый характер относительно кратчайшей линии, соединяющей такие вершины. Пользователь имеет возможность получить числовые параметры, определяющие характеристики каждой дуги графа, обобщающего геохронологические треки индивидов, в выпадающее окно путем инициации этих дуг курсором.

Заключение

Применение методического аппарата геохронологического трека в сочетании с современными технологиями интеллектуализации [4], средствами математическо-статистического моделирования в гуманитарных науках [6–7], интеграции и слияния информации в ГИС [8] дает возможность обеспечить новое качество соответствующих исследований сетевого анализа историко-биографических данных в ГИС.

Резюмируя описание новых возможностей, которые дает геохронологический трекинг как результат объединения методов интеграции информации и геоинформационных технологий, можно сформулировать ряд направлений дальнейшей разработки этого научно-методического аппарата, как в предметной области исторических исследований, так и в сфере его программно-информационного совершенствования:

- определение дополнительных признаков, характеризующих пространственные перемещения лиц, зафиксированные в исторических источниках, которые могут быть достоверно выявлены, обобщены и визуализированы в параметрах обобщающего графа;

- изучение специфики представления средствами геохронологического трекинга разреженных выборок индивидуальных треков для больших временных интервалов (от 100 лет и более) на максимально возможном географическом театре;

- анализ влияния масштаба электронной карты и точности позиционирования местоположения индивидов на результативность и репрезентативность геохронологического трекинга;

- разработка путей и технологий внедрения программных средств реализации геохронологического трекинга в интегрированные ГИС-среды, ориентированные на решение специфических исторических, этнографических, антропологических и пр. исследовательских задач;

- использование математического аппарата статистического оценивания, имитационного моделирования для выявления и повышения доверительного уровня информации, получаемой в результате использования геохронологического трекинга;

- создание вспомогательной и сервисной информационной инфраструктуры геохронологического трекинга: тестовых и служебных баз данных, специализированных

цифровых наборов электронных карт, с привязкой к определенному временному интервалу и т.д.

Предлагаемый в данной статье подход к применению научно-методического аппарата геохронологического трекинга в исторических исследованиях, как специализированного ГИС-инструментария, объективно требует дальнейшей проработки и развития этого аппарата. Однако наглядность его реализации и высокая результативность позволяют перейти к предварительному выводу о его широкой научно-исследовательской значимости и применимости.

Поддержка исследований. Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект №16-07-00127).

Литература

1. Интеллектуальные географические информационные системы для мониторинга морской обстановки. / Под общ. ред. чл.-кор. РАН Р.М. Юсупова и д-ра техн. наук В.В. Поповича. – СПб.: Наука, 2013. – 284 с.
2. Ивакин, Я. А. Новые возможности исторических исследований при использовании ГИС-технологий интеграции информации / Я.А. Ивакин, В.Я. Ивакин // Историческая информатика. Информационные технологии и математические методы в исторических исследованиях и образовании. – 2013. – № 6 (4). – С. 62–72.
3. Ивакин, Я. А. Digital humanities: Междисциплинарный характер применения геоинформационных технологий в исторических исследованиях / Я.А. Ивакин // Научный результат. Серия: Информационные технологии. – 2016. – № 2 (2). – С. 21–30.
4. Гаврилова, Т. А. Интеллектуальные технологии в менеджменте: инструменты и системы / Т.А. Гаврилова, Д.И.Муромцев; Высшая школа менеджмента СПбГУ. – Изд. 2-е. – СПб: Изд-во «Высшая школа менеджмента»; Издат. дом С.-Петерб. Гос. ун-та, 2008. – 488 с.
5. Ивакин, Я. А. Геохронологический трекинг – специализированный ГИС-инструментарий исторического исследования / Я.А. Ивакин, С.Н. Потатычев // Историческая информатика. Информационные технологии и математические методы в исторических исследованиях и образовании. – 2016. – № 1–2 (15–16). – С. 3–12.
6. History & Mathematics: Political Demography & Global Ageing. Yearbook / Edited by Jack A. Goldstone, Leonid E. Grinin, and Andrey V. Korotaev. – Volgograd: 'Uchitel' Publishing House, 2015. – 176 p.
7. Borodkin, L. Spatial Analysis of Peasants' Migrations in Russia/USSR in the First Quarter of the 20th Century / L. Borodkin // 7th International Workshop "Information Fusion and Geographic Information Systems: Deep Virtualization for Mobile GIS (IF&GIS'2015) – Springer International Publishing Switzerland, 2015. – P. 27–40.
8. Thill, J.-C. Is Spatial Really That Special? A Tale of Spaces / J.-C. Thill // Proceedings International Workshop Information Fusion and Geographic Information Systems: Towards the Digital Ocean, Brest, France, May 10–11, 2011. – P. 3–12.