

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКОГО ТРЕКИНГА НА БАЗЕ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ГИС

Я. А. Ивакин^{1*}, А. Я. Под科尔зин²

¹ СПИИРАН, Санкт-Петербург, 199178, Российская Федерация

² Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А. В. Хрулева, Санкт-Петербург, 191123, Российская Федерация

* Адрес для переписки: ivakin@oogis.ru

Аннотация

Информационная технология геохронологического трекинга представляет собой научно-методический и программный инструментарий для автоматизации определенного класса исследовательских задач, связанного со слиянием биографических и географических данных на базе ГИС. Рассмотрению качественно новых возможностей такого ГИС-инструментария, приобретаемых им в процессе его развития, посвящена данная статья.

Ключевые слова

Географические информационные системы, ГИС-технологии для исторических исследований, геохронологический трек, междисциплинарные исследования на базе ГИС.

Информация о статье

УДК 004.7

Язык статьи – русский.

Поступила в редакцию 31.05.17, принята к печати 02.06.17.

Ссылка для цитирования: Ивакин Я. А., Под科尔зин А. Я. Реализация информационной технологии геохронологического трекинга на базе объектно-ориентированной ГИС // Информационные технологии и телекоммуникации. 2017. Том 5. № 2. С. 45–55.

DEVELOPMENT OF INFORMATION TECHNOLOGY FOR GEOCHRONOLOGY TRACKING IN OBJECT-ORIENTED GIS

Y. Ivakin^{1*}, A. Podkolzin¹

¹ SPIIRAS, St. Petersburg, 199178, Russian Federation

² Military Academy of Material and Technical Supply named after General of the Army A. V. Khrulev,
St. Petersburg, 191123, Russian Federation

* Corresponding author: ivakin@oogis.ru

Abstract—Information technology of geochronological tracking form the methodological and program apparatus for automation of selected class of research tasks, connected to fusion of biographical and geographic data based on GIS. This paper is dedicated to the study of qualitatively new capabilities of such GIS-apparatus obtained in the process of its development.

Keywords—Geographic information system, GIS technologies for history researches, geochronological track, geochronological tracking, GIS-based research.

Article info

Article in Russian.

Received 31.05.17, accepted 02.06.16.

For citation: Ivakin Y., Podkolzin A.: Development of Information Technology for Geochronology Tracking in Object-Oriented GIS // Telecom IT. 2017. Vol. 5. Iss. 2. pp. 45–55 (in Russian).

Введение

Геоинформационные системы (ГИС) сегодня прочно заняли свою нишу в парке программно-технологических средств, используемых различными научными дисциплинами. Так, например, [1] дан обобщенный и достаточно полный анализ методологических основ применения ГИС в исторических исследованиях. Показано, что помимо широких возможностей по наглядному представлению результатов междисциплинарных исследований ГИС выступают самостоятельными средствами обобщения и научной обработки исследовательской информации. Однако, анализ указанных основ в своей программно-технологической части опирался на понимание возможностей ГИС, прежде всего исходя из представления о функциональности универсальных, т. н. коробочных версий программных продуктов типа MapInfo и ArcView, разработанных исследовательским центром Environment System Research Institute (ESRI), USA. Не умоляя научно-методических выводов о путях и методах применения ГИС в исторических исследованиях в части развития методологии науки, из [1], необходимо констатировать, что достижения современной геоинформатики значительно расширяют технологические возможности применения ГИС в междисциплинарных исследованиях.

За последнее десятилетие развитие геоинформационных технологий в целом охарактеризовалось следующими программно-технологическими тенденци-

ями, определившими глобальное направление развития указанных программно-информационных систем [2]:

1. Доминирующий переход к построению ГИС по клиент-серверной архитектуре, в сочетании с использованием распределенных информационных ресурсов. Таковыми ресурсами могут выступать как цифровые наборы картографических данных (например, картографический набор данных OpenStreetMap на <http://www.openstreetmap.org>), так и пространственно-координированные данные любой информационной парадигмы, имеющие географическую привязку (например, данные о движении самолетов гражданской авиации в реальном масштабе времени с сетевого сервиса на <https://www.flightradar24.com> или историко-биографические данные о перемещениях военнослужащих Советской Армии в годы Великой Отечественной Войны 1941–1945 гг. с ресурса <https://pamyat-naroda.ru>).

2. Качественный переход в развитии структур данных, используемых в ГИС, от последовательного усложнения процедур и механизмов типизации к широкому применению методологии и программных механизмов онтологического подхода. Вопросы применения онтологий в ГИС широко описаны в [3, 4].

В своей совокупности реализация указанных программно-технологических тенденций позволяет пользователю-историку в ходе проведения исследований не ограничиваться функциональностью готовой (пакетной) ГИС, а создавать для себя свои, узкопрофессиональные программные инструменты, автоматизированные узкоспециальные процедуры и отдельные функции на базе «начальной палитры» функциональных модулей. Иными словами, они значительно расширяют прикладные возможности продвинутого исследователя-историка за счет предоставления ему возможности самостоятельно синтезировать необходимые программно-информационные инструменты исследования, автоматизировать свои специализированные методики. При этом ГИС, построенная на современных технологических основах, является не просто информационной системой, обеспечивающей сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных (пространственных данных), а программно-информационной системой моделирования прикладных процессов в предметной области исторического исследования.

Полноценное развитие указанных тенденций в современных условиях привело к качественному технологическому скачку в применении ГИС для исторических исследований. Он выражается в том, что теперь не исследователь-историк должен пытаться использовать типовой функционал универсальной ГИС, определяемый, как правило, задачами геодезии, картографии и геоинформатики при решении своих предметных задач, а современная ГИС должна представлять исследователю соответствующую гамму модульных средств синтеза моделей для решения исследовательских задач в его предметной области. По существу, это означает создание технологической базы для широкой автоматизации в ГИС специфических геопространственных задач, характерных для методов исторических исследований, для научно-методических средств исторической науки, связанных с географической привязкой.

Одним из примеров такой автоматизации является информационная технология *геохронологического трекинга*, представленная и описанная в [5]. Адаптация программных решений, реализующих геохронологический трекинг, к выше представленным тенденциям, а также описание новых возможностей

данной технологии в свете такой адаптации есть предмет рассмотрения данной статьи. Данный предмет рассмотрения так же рассмотрен в работе авторов [8].

Реализация геохронологического трекинга на базе распределенной информационной архитектуры и онтологий

Информационная технология геохронологического трекинга есть совокупность методов, моделей, приемов, методик и способов сбора, передачи, обработки, отображения и выдачи потребителю информации об обобщении геохронологических треков индивидов (личностей). В свою очередь, как показано в [5], построение геохронологического трека личности (индивидуа) 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. При этом вершины такого графа имеют строгую историко-географическую привязку, а дуги носят условно-логический характер. Иными словами, информационная технология геохронологического трекинга есть совокупность процессов накопления и интеграции данных о географическом перемещении исторических личностей за установленный период времени с представлением результатов в виде обобщающего графа в ГИС.

Для формирования геохронологических треков, их анализа и объединения в рамках технологии трекинга применяется специальная ГИС геохронологического трекинга, использующая распределенные информационные ресурсы. Архитектура данной ГИС представлена на рис. 1.

Пользователь взаимодействует с программной системой через Web-интерфейс. Данный интерфейс позволяет управлять системой с различных устройств ввода информации. Он обеспечивает ввод, редактирование и отображение данных, предоставляемых другими компонентами системы.

Для построения геохронологического трека используются различные наборы данных, таких как:

- набор данных и компонент мест дислокации воинских частей;
- набор данных и компонент воинских частей;
- набор данных и компонент индивидов;
- наборы и компонент доступа к картографическим данным.

Проверка корректности введенных данных осуществляется компонентом проверки корректности данных. Если обнаружен факт некорректности введенных данных, то пользователь получает сообщение с предложением корректировки этих данных.

Основная часть ГИС геохронологического трекинга – компонент формирования геохронологического трека.

Он позволяет:

- проводить формирование геохронологических треков для различных временных интервалов (месяцев, лет, веков);
- настраивать отображение геохронологических треков (цвет, фактура, направление и толщина линий и т. д.);
- редактировать геохронологические треки для более наглядного их отображения.

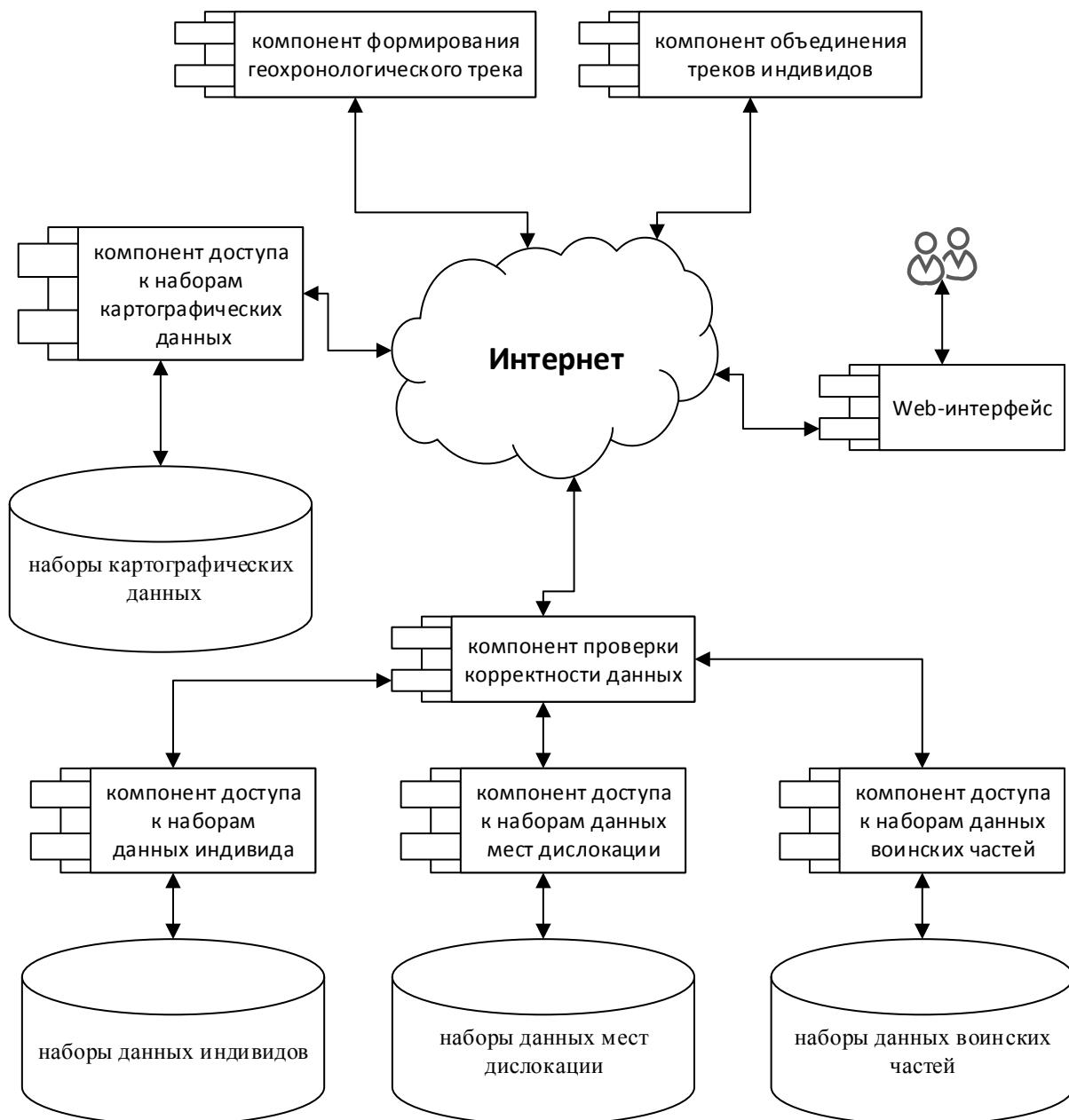


Рис. 1. Архитектура ГИС геохронологического трекинга при использовании распределенных информационных ресурсов

Компонент объединения треков индивидов обеспечивает логико-математическое и визуальное представление обобщающего графа на статистически значимой выборке индивидуальных треков за исследуемый исторический (временной) интервал. Он является интегрирующим звеном при работе описанной программной системы, а соответственно и центральным логическим элементом описываемой информационной технологии.

Реализация архитектуры, представленной ГИС геохронологического трекинга тесно увязана с онтологическим подходом к структурированию и типизации данных, как в локальной системе, так и в рамках глобальной сети Интернет. Именно применение такого современного аппарата типизации данных позволяет добиться эффективной работы с данными практически из любых удаленных источников формализованной информации в глобальных сетях.

Возможности геохронологического трекинга при проведении исследований

Прикладная информационная технология геохронологического трекинга реализует следующий алгоритм действий по работе с массивами биографических данных исторических личностей и географической информацией о событиях, связанных с этими личностями (Приводится на примере данных исследования политики в области распределения военных кадров):

1. Изначально историк-исследователь осуществляет архивный отбор по служебных списков исторических личностей (в рамках рассматриваемого примера – офицеров), формируя тем самым инфологическую базу проводимого исследования. При этом данные, получаемые из указанных послужных списков, приводятся к единому, предметно-обусловленному формату представления исходной информации. Это позволяет добиться первичной «стандартизации» в представлении исходной информации из разрозненных документов, которые в разные исторические периоды имели различные процедуры и виды оформления, уровни достоверности и полноты. Пример такого формата, а также существование формирования инфологической базы показаны на рис. 2.

Голышкин Евгений Иванович. Подполковник. Послужной список № 126-419 (РГВИА. Ф.409).	
Гофмайстер Александр Александрович. Капитан. Послужной список № 126-359 (РГВИА. Ф.409).	
Послужной список составлен 26.10.1887 г.	
Род. 07.03.1844 г. Воспитывался в 1-м батальоне внутренней Павловской гвардии. С 24.03.1863 г. по Польского мятежа была расквартирована в 1-м батальоне	Иванжин Петр Петрович. Капитан. Послужной список № 126-382 (РГВИА. Ф.409).
Род. 18.05.1851 г. Из дворян Тверской губ. 13.06.1862 г. – поступил в службу из вольноопределяющихся Павловского училища (г.С.-Петербург) юнкером. 17.07.1872 г. – прапорщик, определен в 16-ю артиллерийскую бригаду, расквартированную в г.Лодзь, Вильенский ВО.	Послужной 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).
27.09.1867 г. – при этих временах, предпо- лучил звание подпоручика. 30.05.1869 г. – по предположительным данным, был назначен в 1-й батальон	11.09.1879 г. – унтер-офицер. 08.08.1880 г. – произведен в прапорщики, определен в Днепропетровскую крепостную артиллерию.
03.05.1870 г. – при этих временах, предпо- лучил звание подпоручика. 17.07.1870 г. – при этих временах, предпо- лучил звание подпоручика.	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 электроосвещительных аппаратов.
С 12.04.1877 г. по 03.06.1879 г. – находился за пределами Турецкой войны 1877-1878 гг. (в составе войск под командованием генерала Скобелева).	С 19.09.1887 г. по 24.12.1887 г. – командирован с транспортом орудий в Александрию. 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 приемом транспорта».

Рис. 2. Представление биографической информации в исходном формате

2. Для формирования отдельной базы данных по населённым пунктам, в которых располагались воинские части, в отдельном модальном окне пользовательского интерфейса осуществляется ввод географических координат (широты и долготы географического места) населенных пунктов размещения (расквартирования, постоянного и пр.) воинских частей. Правила и информационно-технологические особенности определения населенных пунк-

тов размещения воинских частей и их точных координат с точностью до десятых долей градусов описаны в работе [5]. Географической точкой расположения населенного пункта принимается широта и долгота расположения главпочтамта (почтовой станции, отделения почты) в этом населенном пункте. Существо процесса формирования базы данных по местам дислокации воинских частей можно понять из рис. 3.

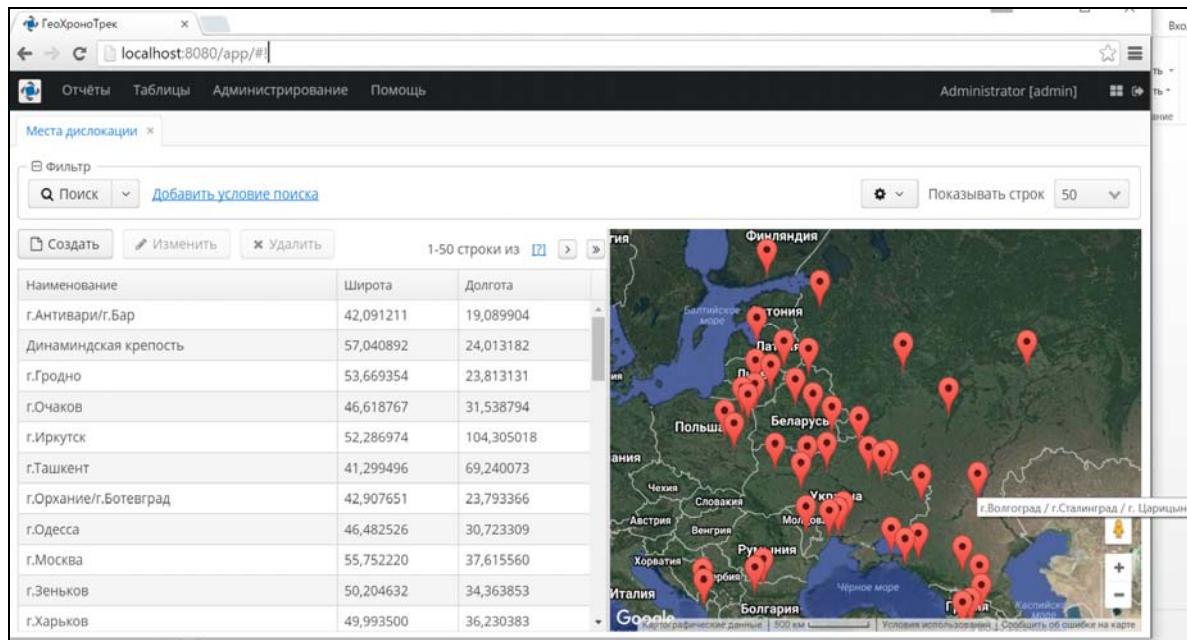


Рис. 3. Модальное окно базы данных по местам дислокации воинских частей

При этом производится автоматическое нанесение вводимых географических точек в геоинформационное приложение программной реализации, что обеспечивается через соответствующий сервис, который все данные получает через Internet. Он предоставляет картографические данные как в виде наборов растровых тайлов, так и в виде наборов атрибутов конкретных картографических объектов. В данном случае основной картографический набор данных это OpenStreetMap (<http://www.openstreetmap.org>).

3. Аналогично через соответствующее модальное окно формируется база данных наименований воинских частей, которые обрабатываются в процессе трекинга, т. е. в процессе построения и обобщения индивидуальных треков исторических личностей. Соответственно информационно-технологические особенности внесения в базу данных наименований воинских частей представлены в [5]. Указанное формирование носит вид внесения записей в эту базу, что показано на рис. 4.

Определение значения поля «Дислокация» в указанной базе данных производится только посредством выбора варианта из выпадающего меню, согласно базы данных по местам дислокации воинских частей.

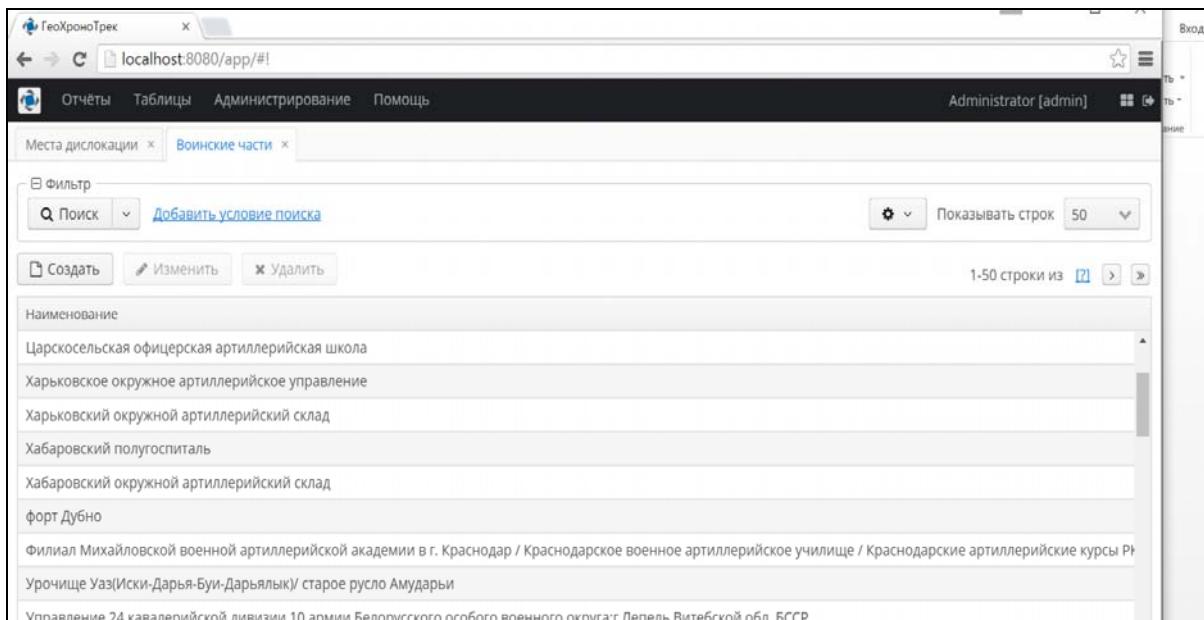


Рис. 4. Модальное окно базы данных наименований воинских частей

4. Ввод информации в вышеуказанные базы данных обеспечивает формирование в специализированном интерфейсе моделей т. н. индивидуальных послужных карточек «Геохронологический трек индивида». Процесс такого формирования сводится к последовательному заполнению соответствующих форм, что показано на рис. 5.

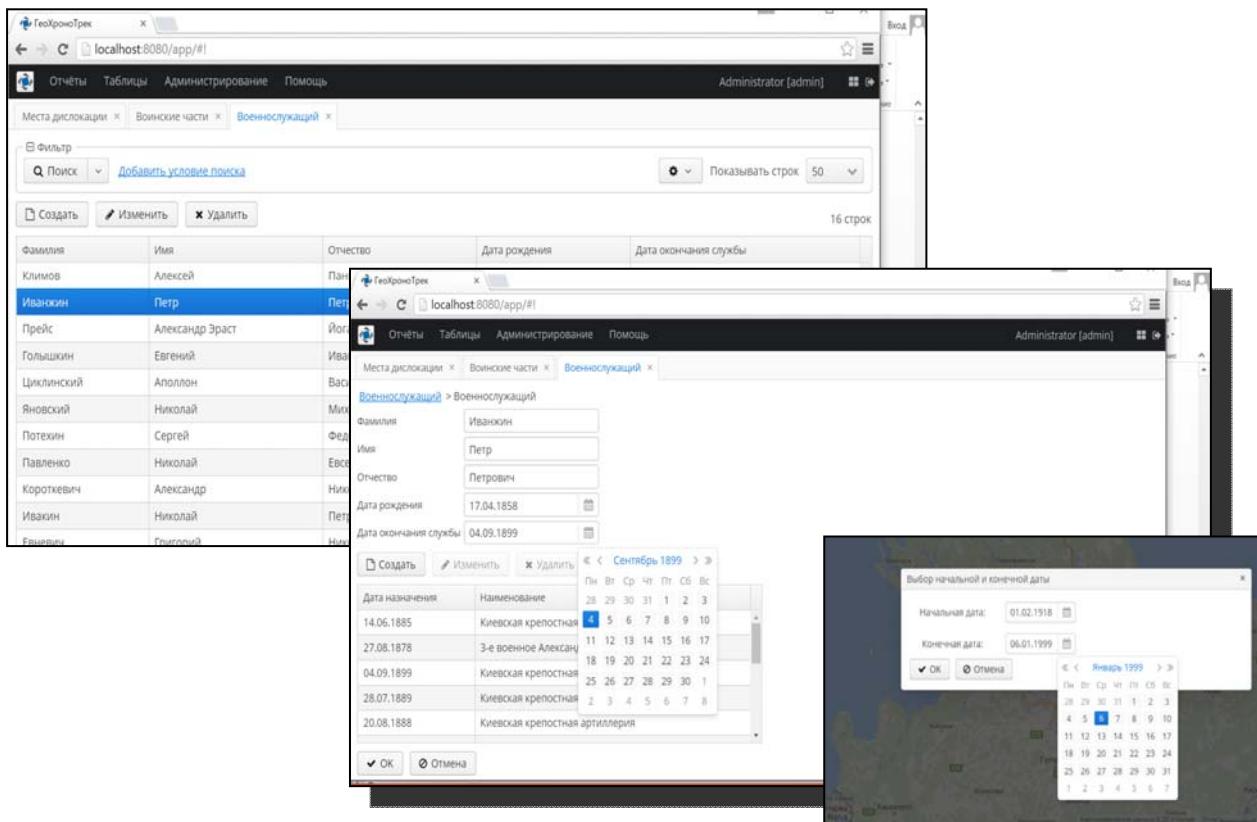


Рис. 5. Формирование индивидуальных послужных карточек индивидов

В ходе формирования индивидуальных послужных карточек «Геохронологический трек индивида» принято, что послужной список военнослужащих является непрерывным во времени: т. е. дата назначения к следующему месту службы рассматривается как дата завершения службы на предыдущем месте. Очевидно, что аналогичными являются рассуждения для пересыльных карт заключенных и других категорий исторических личностей, чьи биографические данные являются исходной информацией для исследований с использованием научно-методического инструментария геохронологического трекинга. (Принципы определения таковых категорий приведены в работе [5]). Соответственно, обобщение и визуальное представление совокупности индивидуальных послужных карточек на базе ГИС-интерфейса представляет собой существование работы программного средства, автоматизирующего процесс геохронологического трекинга.

5. На завершающем этапе производится инициация построения и обобщения треков индивидов на географической карте. Результатом реализации функциональности программного средства «Геохронологический трекинг» является географическая карта, на которой наносится граф, обобщающий геохронологические треки индивидов, карточки которых занесены в базу данных. Пример такой реализации показан на рис. 6.

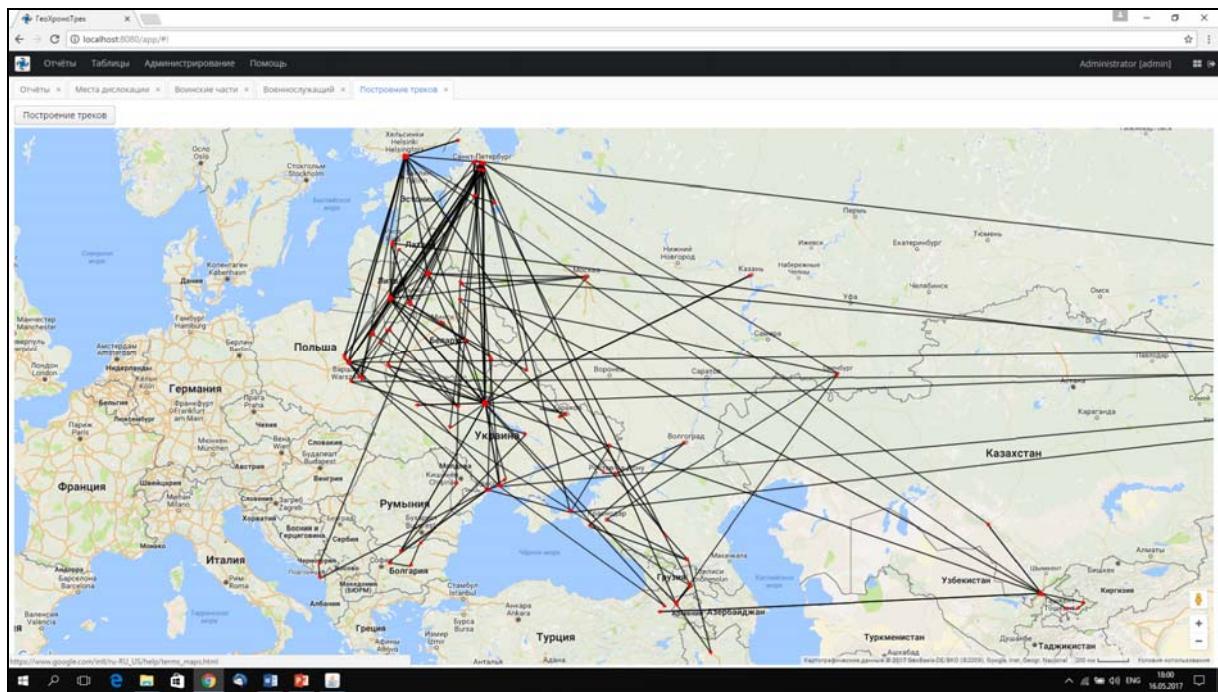


Рис. 6. Пример реализации геохронологического трекинга в ГИС

Вершинами такого графа являются места дислокации воинских частей, а дугами – направленные линии, характеризующие количество назначений-перемещений за рассматриваемый период. Пользователь имеет возможность получить числовые параметры, определяющие характеристики каждой дуги графа, обобщающего геохронологические треки индивидов, в выпадающее окно путем инициации этих дуг курсором.

Заключение

Использование информационной технологии геохронологического трекинга в процессе исторических исследований открывает принципиально новые возможности применения апробированных аналитических методов в сфере гуманитарного знания. Это, прежде всего, применение прикладных методов математической теории графов, аппарата фракталов, методов современной математической топологии и пр. Так, в частности, применение метода определения подграфа изоморфного к заданному (теорема об изоморфности графов из теории графов) применительно к графу геохронологического трекинга позволит проследить закономерности в особенностях исследуемой кадровой, конфессиональной и пр. политики для соответствующего исторического периода. Аналогичные интерпретации применения прикладных количественно-топологических методов на базе геохронологического трекинга в ГИС можно привести для самых различных вариантов задач и их формализованных постановок, примеры которых приведены в [6, 7].

Научно-методическая и программно-технологическая проработка обобщающего перечня и детальных вариантов решения указанных задач составляет существование дальнейших работ и исследований по информационной технологии геохронологического трекинга в ГИС. Вместе с тем, уже сегодня можно констатировать широкую перспективу и прикладную применимость этой информационной технологии.

Поддержка исследований

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

Литература

1. Владимиров В. Н. Историческая геоинформатика: геоинформационные системы в исторических исследованиях. Барнаул: Изд-во Алт. Ун-та. 2005. 192 с.
2. Юсупов Р. М., Попович В. В. Интеллектуальные географические информационные системы для мониторинга морской обстановки. СПб.: Наука. 2013. 284 с.
3. Ивакин Я. А. Интеллектуализация геоинформационных систем. Методы на основе онтологий. Germany, Saarbrucken: LAP Lambert Academic Publishing. 2010. 322 с.
4. Ивакин Я. А., Панькин А. В. Изоморфность обобщенной и конкретизированных онтологий диспетчерской деятельности // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10. Прикладные методы процессов управления. 2008. Вып. 1. С. 75–86.
5. Ивакин Я. А., Потапычев С. Н. Геохронологический трекинг – специализированный ГИС-инструментарий исторического исследования // Историческая информатика. Информационные технологии и математические методы в исторических исследованиях и образовании. 2016. № 1–2. С. 3–11.
6. Kochura A. E., Под科尔зина Л. В., Ивакин Я. А., Нидзиев И. И. Сингулярные матричные пучки в обобщенной симметричной проблеме собственных значений // Труды СПИИРАН. 2013. Вып. 26. С. 253–276.
7. 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.
8. Ивакин Я. А., Потапычев С. Н. Развитие информационной технологии геохронологического трекинга для исторических исследований в ГИС // Историческая информатика. 2017. № 2. С. 85–94. URL: http://e-notabene.ru/istinf/article_23083.html

References

1. Vladimirov V. Historical Geoinformatics: Geoinformation Systems in Historical Studies. Barnaul: Izd-vo Alt. Un-ta. 2005. 192 p.
2. Yusupov P., Popovich V. Intelligent Geographic Information Systems for Marine Monitoring. SPb.: Nauka. 2013. 284 p.
3. Ivakin Y. Intellectualization of Geoinformation Systems. Methods based on Ontologies. Germany, Saarbrucken: LAP Lambert Academic Publishing. 2010. 322 p.
4. Ivakin Y., Pankin A. Isomorphism of Generalized and Concretized Ontologies of Dispatching Activities // Vestnik of Saint Petersburg University. Series 10. Applied Methods of Control Processes. 2008. Iss. 1. pp. 75–86.
5. Ivakin Y., Potapichev S. Geochronological Tracking: Specialized GIS-Analysis Tool for Historic Research // Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. 2017. pp. 259–269.
6. Kochura A., Podkolzina L., Ivakin Y., Nidziev I. Singular Matrix Bundles in a Generalized Symmetric Problem of Eigenvalues // Trudy SPIIRAN. 2013. Iss. 26. pp. 253–276.
7. 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.
8. Ivakin Y., Potapichev S. Development of Geochronological Tracking Information Technology for GIS-Based Historical Studies. // Istoricheskaya Informatica. 2017. No. 2. pp. 85–94. URL: http://enotabene.ru/istinf/article_23083.html

Ивакин Ян Альбертович

– ведущий научный сотрудник, доктор технических наук, профессор, СПИИРАН, Санкт-Петербург, 199178, Российская Федерация, ivakin@oogis.ru

Под科尔津 Александр Яковлевич

– доктор педагогических наук, профессор, Военный институт (инженерно-технический) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева, Санкт-Петербург, 191123, Российская Федерация, podkolzin@mail.ru

Ivakin Yan

– Leading Researcher, Doctor of Engineering Sciences, Full Professor, SPbSUT, St. Petersburg, 199178, Russian Federation, ivakin@oogis.ru

Podkolzin Alexander

– Doctor of Pedagogic Sciences, Full Professor, Military institute (engineering and technical) Military Academy of Material and Technical Supply named after General of the Army A. V. Khrulev, St. Petersburg, 191123, Russian Federation, podkolzin@mail.ru