

Геоинформатика. 2024. № 3. С. 4–11.
Geoinformatika. 2024;(3):4–11.

Геоинформационные системы

Научная статья

УДК 528.94:004.62/.063/.065:004.9:681.516.7+912
<https://doi.org/10.47148/1609-364X-2024-3-4-11>

Теоретико-методологические основы визуализации геопространственных данных, связанных данных и мультимедиа-данных без программирования

© 2024 г. — Евгений Леонидович Кухаренко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий; Россия, Новосибирск
 ekukharenko@mail.ru

Аннотация: В статье рассматриваются теоретико-методологические основы создания импортозамещающих сервисов визуализации геопространственных данных¹, связанных данных и мультимедиа-данных без программирования на примере проекта «Федеральные трассы Российской Федерации», выполненного автором с применением собственного программного обеспечения. Теоретический подход ориентирован на создание через адаптивные интерфейсы непрофессиональным пользователем без программирования приложений, одинаково функционирующих на всех известных аппаратно-программных платформах, выполняя только конфигурирование — интерактивное заполнение двух формализмов. Формализмы доступны для понимания и редактирования как человеку, так и программному компоненту, в том числе создаются автоматически различными методами, многократно применяются, в том числе на различных платформах. Формализмы могут быть зашифрованы для защиты от несанкционированного доступа, хранятся в системах управления базами данных, в том числе гетерогенных, распределенных. Используя эту методологическую тактику, собственник данных, аналитик и др. может использовать совместно свое формально-логическое мышление, а также пространственно-образное мышление для решения сложных проблем, ничего не программируя, а только конфигурируя, снижая тем самым порог для начала использования сервисов визуализации геопространственных и иных данных.

Ключевые слова: *визуальная аналитика; анализ данных; метод визуализации; геоинформационные системы; геоинформационные технологии; геопространственные данные; без программирования; XML.*

Для цитирования: Кухаренко Е.Л. Теоретико-методологические основы визуализации геопространственных данных, связанных данных и мультимедиа-данных без программирования // Геоинформатика. — 2024. — № 3. — С. 4–11. <https://doi.org/10.47148/1609-364X-2024-3-4-11>.

Geoinformation system

Original article

Theoretical and methodological bases for visualizing geospatial data, linked data and multimedia data without programming

© 2024 — Evgeniy L. Kukharenko

Siberian State University of Geosystems and Technologies; Novosibirsk, Russia
 ekukharenko@mail.ru

Abstract: This article discusses the theoretical and methodological bases of creating services for visualization of spatial data, linked data and multimedia data without programming on the example of the project “Federal Highways of the Russian Federation”, carried out by the author using his own developed software. The theoretical approach is focused on the creation, through adaptive interfaces, of applications by a non-professional user without programming, that function identically on all known hardware and software platforms, performing only configuration through interactive filling of two formalisms. Formalisms are understandable and editable for both humans and software components; they are created automatically using various methods and are used repeatedly, on various platforms. Formalisms can be encrypted for protection against unauthorized access, stored in any database management systems, including heterogeneous, distributed ones. Using this methodological tactic, the data owners or analysts etc. can use together their formal logical thinking, as well as spatial-imaginative thinking to solve complex problems without programming anything but only configuring, thus lowering the threshold for starting to use spatial visualization services and other data. The methodology presented here is not intended to be a right guide for development but in-stead it provides a useful framework for guiding the process, for example, integration.

Key words: *visual analytics, data analysis, visualization method, geoinformation systems, geographic information technologies, geospatial information ecosystem, without programming.*

For citation: Kukharenko E.L. Theoretical and methodological bases for visualizing geospatial data, linked data and multimedia data without programming. *Geoinformatika*. 2024;(3):4–11. <https://doi.org/10.47148/1609-364X-2024-3-4-11>. In Russ.

¹ От англ. linked data — данные, доступные человеку и автоматизированной системе, находящиеся как в открытых форматах, структурированных открытых, так и закрытых форматах, соответствующие каким-либо стандартам, и все остальные данные, дополняющие их совокупность (см. работы Тима Бернерс-Ли, англ. Tim Berners-Lee).

Введение

Предлагаемую теоретико-методологическую основу визуализации геопространственных данных, связанных данных и мультимедиа-данных на различных аппаратно-программных платформах через различные автоматически создаваемые приложения целесообразно рассмотреть через мнемоники для хранения метаданных. И затем оценить эффективную применимость этого формализованного и активно применяемого в исследовании метода, создающего практические механизмы и основы запоминания программной системой и человеком параметров, им применяемым.

XML² как популярный формат хранения и представления данных широко применяется в информационных системах благодаря своей простоте и независимости от программного обеспечения. Использование XML в ГИС (географических информационных системах) широко распространено для различных целей, например, обмена данными внутри и (или) между системами, настройки параметров систем (конфигурирования) и описания данных для их применения, преобразования данных. Для поддержки этих вариантов использования доступны специальные инструменты и шаблоны перевода XML-данных в CIM³ [1]. Формат CIM активно используется для различных целей, например, создания информационных моделей электрических сетей [2–4], описания разделов проектной документации объектов капитального строительства [5, 6] и др. В проектировании объектов применяется конгломерат BIM⁴ и ГИС — CIM⁵ [7] и др. Схемы в виде XML-документов обеспечивают реализацию плавного перехода к формированию и представлению документов в человеко- и (или) машиночитаемом виде в рамках жизненного цикла, согласно письму Минстроя России от 15.11.2021 № 49701-СМ/08 «О рассмотрении вопроса использования при формировании раздела №1 проектной документации «Пояснительная записка» xml-схемы».

Например, Esri ArcGIS предоставляет инструмент «XML builder» для работы с XML [8] и инструмент геообработки «Import XML Workspace Document» для импорта содержимого документа рабочей области XML в базу геоданных [9, 10] в своем обширном программном обеспечении.

Множественные продукты интеграции данных, такие как FME⁶, широко применяют XML для

преобразования в другие форматы данных, например, в шейп-файлы без программирования [11].

Автор статьи структурно и функционально похожим способом применяет XML-документы (файлы) в формализмах описания параметров клиентского и серверного приложений как частей сервиса визуализации без программирования геопространственных данных, связанных данных и мультимедиа-данных для упрощения взаимодействия непрофессиональных пользователей и его программных приложений, как и иные авторы [12–21].

Теоретические основы реализации

На основе многолетних и многочисленных исследований, опытов и коммерческих проектов с различными заказчиками, выполненных под руководством автора статьи по рассматриваемой тематике, был применен авторский подход:

1. Принят за основу «принцип метаданных», согласно которому любой сервис визуализации геопространственных данных может быть создан в том числе без программирования путем описания используемых им данных, доступов к ним, в том числе из многочисленных распределенных и гетерогенных источников, процессов их обработки и представления в виде общего пула метаданных, используя оригинальное подмножество языка разметки XML.

2. Созданы в рамках «принципа метаданных» два авторских формализма описания существенных свойств клиентского (лист. 1) и серверного (лист. 2) приложений. Язык формализмов строго типизирован, бесконечно расширяем, включая локализацию на различные языки народов мира и географические рынки (территории) — данные будут ограничены строго, например, для одного рынка (рынков) или проекта или данные будут ограничены выбранным пользователем показателем, полученным из данных, или характеристикой, введенной пользователем. Формализмы доступны для понимания и редактирования как человеку, так и программному компоненту, в том числе создаются автоматически различными методами, многократно применяются, в том числе на различных платформах, могут быть зашифрованы для защиты от несанкционированного доступа (НСД), хранятся в системах управления базами данных (СУБД), в том числе гетерогенных, распределенных.

²От англ. eXtensible Markup Language — расширяемый язык разметки (англ.), <https://www.w3.org/TR/xml/> (дата обращения: 26.01.2024).

³От Common Information Model — общая информационная модель (англ.).

⁴От Building Information Modeling — информационное моделирование строительных объектов (англ.).

⁵От City Information Modeling — городское информационное моделирование (англ.).

⁶От Feature Manipulation Engine — механизм манипулирования сущностями (англ.) применяется для извлечения, преобразования и загрузки геопространственных данных, разработан компанией Safe Software (Канада).

3. Далее формализмы автоматически применены в разработанном автором статьи программном обеспечении, автоматически создающем сервисы визуализации геопространственных данных из базы (баз) геоданных, применяемые в дальнейшем через пользовательские адаптивные интерфейсы в рамках общей конфигурации на любых платформах для неограниченного круга междисциплинарных задач без программирования.

4. Разработанный автором статьи алгоритм создания сервисов визуализации геопространственных данных используется за семь шагов:

4.1. Запустить конфигуратор и получить доступ к заполнению формализмов.

4.2. Описать источник (источники) используемых пользователем данных для получения их структуры, описания и доступа к ним.

4.3. Создать интерактивно адаптивный интерфейс клиентского приложения или использовать шаблон.

4.4. Загрузить иные связанные данные или использовать параметры для доступа к ним.

4.5. Сохранить созданную конфигурацию.

4.6. Поделиться автоматически созданными приложениями и веб-сервисами с коллегами для коллективного применения созданных приложений.

4.7. Начать использовать созданные приложения (рисунок). В дальнейшем в любое время вернуться к конфигуратору для внесения изменений.

5. Используются разработанные автором статьи структуры базы геоданных, базы конфигурационных данных, включая метаданные, обеспечивающие эффективную реализацию отображения значений из баз данных, баз геоданных.

В итоге, имея векторные и (или) растровые геопространственные данные, иные данные, например, текстовые, статистические, в том числе с неограниченным числом показателей с указанием времени, видео- и аудио-, панорамные и др., пользователь как их собственник получает возможность их комплексно использовать — отображать и манипулировать совместно, решать задачи, принимать решения. Данные могут быть доступны из любых источников разных форматов, в том числе локальных контейнеров с шифрованием, баз данных, что открывает широкие возможности для визуальной аналитики без сложных и долгих подготовительных и инсталляционных процедур, обучения персонала и устранения недостатков. Это положительно влияет на развитие рынка широкого применения геопространственных данных, в том числе с их широким переиспользованием, что позволяет непрофессиональному пользователю создавать сервисы визуализации геопространственных данных для Интернета, смартфонов и локального применения на любых ОС Windows, Linux в рамках одной и одной созданной конфигурации.

На рисунке показан пример выполнения экспорта слоя в один из распространенных форматов далее — *.csv, *.mif/mid, *.dxf, *.shp. Для выполнения

Рисунок. Экспорт слоя проекта «Федеральные дороги Российской Федерации»

Figure. Exporting the vector layer data of the project "Federal Highways of the Russian Federation"



экспорта необходимо нажать ПКМ на наименование слоя в перечне слоев и в контекстном меню выбрать формат (см. рисунок). Далее изменить автоматически созданное имя файла и выбрать место его хранения.

Формализм описания параметров клиентского приложения

Формализм содержит:

1. Значения, относящиеся к логической модели данных пользователя — слою данных пользователя, их наименования, их группировки и применение, связанные с ними иные данные, прикрепляемые файлы, иллюстрации, любые иные файлы, в том числе оперативно создаваемые.

2. Значения, относящиеся к внешнему виду создаваемого сервиса визуализации — их набор, наименования интерфейсных элементов, созданных пользователем самостоятельно или измененных им значений по умолчанию. Например, окно авторизации пользователя, форма и разделы в перечне слоев, палитра инструментов, дополнительные окна для отображения специфической информации — окно краткой информации, окно подробной информации, окно просмотра и загрузки файлов, окно просмотра мультимедиа, а также окно панорам, окно предварительного просмотра макета до его печати, окна экспорта данных в различные форматы, окно оперативной информации, получаемой с датчиков, сервисов времени, погоды, видеопотоки и др.

В лист. 1 приведен краткий пример описания параметров клиентского приложения, применяемых для описания группы слоев и, соответственно, слоя внутри группы. Группирование самых различных данных в рамках перечня данных является конкурентным преимуществом разработанного программного комплекса и любого аналогичного решения иных авторов.

Формализм описания параметров серверного приложения

Формализм содержит:

1. Значения, относящиеся к физической модели данных пользователя — источники данных, описание структур данных пользователя.

2. Значения, относящиеся к физическому доступу к данным, правила доступа к ним, в том числе аутентификационные значения.

В лист. 2 приведен краткий пример описания параметров серверного приложения, применяемых для доступа к различным данным из различных источников, доступных серверному приложению и отображаемых клиентским приложением.

Доступ к различным форматам хранения данных, к их многочисленным источникам является конкурентным преимуществом разработанного автором статьи программного комплекса и любого аналогичного решения иных авторов.

Для использования в созданном автором статьи комплексе ПО необходимо заполнить все значения `{username}` в виде человекочитаемого значения для их обоснованного применения, или значения будут заполнены автоматически с добавлением уникального идентификатора, что затруднит использование пользователем клиентского приложения при большом числе источников данных, но не приложений.

В других публикациях автор статьи планирует привести иные части формализма, как, например, наборы данных (англ. Datasets) для описания таблицы из источника (источников) данных и запросы (англ. Queries) к ней, являющиеся важными частями формализма.

Обсуждение результатов и выводы

В предложенных авторских формализмах и «принципе метаданных», являющихся теоретико-методологической основой визуализации геопространственных данных, связанных данных и мультимедиаданных на различных аппаратно-программных платформах через интерактивно создаваемые пользователями приложения без программирования, решается актуальная задача визуализации любой информации в единых и адаптируемых без программирования интерфейсах, что применимо в оперативном анализе, картографировании потоковой географической информации при принятии решений в широком классе прикладных задач геоинформатики как импортозамещающее решение.

Представленная в статье методология не может пока служить детальным руководством для разработки аналогичных программных решений, но обеспечивает основу для понимания процесса массовой разработки сервисов визуализации данных геопространственных и иных данных без программирования, имея только данные и конфигурируя предложенные к использованию готовые функциональные приложения, адаптирующиеся автоматически после ввода данных пользователем или получения их извне после доступа к ним.

Автор выражает признательность директору Научно-исследовательского института стратегического развития СГУТиТ, доктору технических наук, профессору Д.В.Лисицкому за конструктивную критику при обсуждении результатов работы.

Лист 1. Содержимое (частичное) формализма описания параметров клиентского приложения

List 1. Contents (partial) of the formalism for describing client application parameters

Доступно в версии
Веб (web, public cloud, private cloud, on-cloud ⁷), смартфонов (mobile ⁸) и локального применения (standalone, on-premises ⁹)
Доступно на платформе
Windows, Linux, MacOS&iOS, Android
Конфигурация
<pre> <!-- dataset – группа слоев --> <dataset name="trassa_m1" title="М1 "Беларусь" (Москва - гран. с Белоруссией)" type="vector" style="checkbox" maxx="37.858435898" maxy="60.51469869" minx="29.963526064" miny="55.1465414"> <!-- layer – слой --> <layer name="kilometrovyetmetki" title="Километровые отметки" where="REF='M 1'" type="point" ico=" ../img/kilometr.svg" style="checkbox" gdb="gdbFD" maxlimit="600,800" onclick="hint_1" ondblclick="db_1" editable="true" expanded="true" onselectbypolygon="hint_2" onlayernumberclick="hint_2"> <!-- hint – окно краткой информации --> <hint id="hint_1" style="1" onhover="false" db="gdbFD" table="kilometrovyetmetki" where_name="OBJECTID" limit="1,1" extent="true" height="" width="650" link1_name="Объекты рядом..." link1="db_2" link2_name="Отобразить до района" link2_zoomdelta="4" /> <hint id="hint_2" style="2" db="gdbFD" table="kilometrovyetmetki" where_name="OBJECTID" limit="1,99999" sort="OBJECTID desc" posx="5" posy="5" height="99%" width="750" /> <!-- databrowser – окно подробной информации --> <databrowser id="db_1" preloader="0" db="gdbFD" table="kilometrovyetmetki" filedb="filesFD" filetable="FileAdditionalData" where_name="OBJECTID" limit="1,1" sort="name desc" extent="true" height="600" width="" delimiter="5,10,120,30,40" onclickclose="true" onloadeeditable="false" module="tables" leftcolumnwidth="100" displayfileaccesserrors="false" /> <databrowser id="db_2" preloader="0" db="gdbFD" table="kilometrovyetmetki" limit="1,99999" where_name="OBJECTID" sort="name desc" extent="true" height="600" width="" delimiter="5,10,120,30,40" onclickclose="true" module="tables" /> <!-- filebrowser – окно просмотра и загрузки файлов --> <filebrowser id="fb_1" preloader="0" db="filesFD" table="FileAdditionalData" height="75" width="750" path_="Фотографии/" onclickclose="true" multidelete="true" multidownload="true" title="Фотографии" module="tables" ico=" ../icons/.%extension%.png" displayicoaccesserrors="true" onloadeeditable="false" onloadcreatepath="true" /> <!-- picturebrowser – окно просмотра мультимедиа данных --> <picturebrowser id="pb_1" preloader="0" db="gdbFD" table="kilometrovyetmetki" filedb="filesFD" filetable="FileAdditionalData" where_name="name" limit="1,1" sort="name desc" extent="true" valign="bottom" halign="right" height="250" width="" module="tables" displayfileaccesserrors="true" /> </layer> </dataset> </pre>

⁷ Интернет или интранет, публичное облако, частное облако, приложение в облаке соответственно (англ.).

⁸ Мобильное приложение (англ.).

⁹ Автономное приложение, локальное приложение ОС (англ.).

Лист 2. Содержимое (частичное) формализма описания параметров серверного приложения

List 2. Contents (partial) of the formalism for describing server application parameters

Доступно в версии
Веб (web, public cloud, private cloud, on-cloud), смартфонов (mobile) и локального применения (standalone, on-premises)
Доступно на платформе
Windows, Linux
Конфигурация
<pre> <!-- Доступ к персональной базе геоданных (Esri, Microsoft Access) --> <source name="mdb{username}" connect="type=mdb;filename=C:*\{database\{ESRI personal geodatabase name}.mdb" /> <!-- Доступ к базе геоданных ESRI ArcSDE в Microsoft SQL Server --> <source name="sde{username}" connect="type=sde;server={ip-address1} {name1}\SQL{EXPRESS SERVER};instance=sde:sqlserver:{ip-address1} {name1}\sql{express server};database={database name};authentication_mode=OSA;user=;password=;version=dbo.default" /> или user=\${username};password=\${password}; для реализации возможности использовать имя и пароль пользователя, введенные в MapViewer без наличия параметров пользователя по умолчанию или user=\${username} sdeuser\$;password=\${password} sdepassword\$; для реализации возможности использовать имя и пароль пользователя, как введенные в MapViewer, так и с использованием параметров пользователя по умолчанию <!-- Доступ к базе геоданных ESRI ArcSDE в Oracle Server --> <source name="sde{username}" connect="type=sde;server={ip-address1} {name1};instance=esri_sde;database={database name};authentication_mode=DBMS;user={username};password={password};version=sde.DEFAULT" /> или user=\${username}\$;password=\${password}\$; для реализации возможности использовать имя и пароль пользователя, введенные в MapViewer без наличия параметров пользователя по умолчанию или user=\${username} sdeuser\$;password=\${password} sdepassword\$; для реализации возможности использовать имя и пароль пользователя, как введенные в MapViewer, так и с использованием параметров пользователя по умолчанию <!-- Доступ к кешированной базе геоданных в SQLServer --> <Datasource name="gdb{username}" connect="cache=true;Data Datasource={ip-address1} {name1}\SQL{EXPRESS SERVER};Initial Catalog={database name};Integrated Security=True" /> <DataDatasource name="gdbFD" connectionstring="Data Datasource=.\SQL2008;Initial Catalog=fd_gdb;Integrated Security=True" provider="System.Data.SqlClient"> <Datasets> <Dataset name="kilometrovyeyotmetki" dbname="kilometrovyeyotmetki" loadfields="gdbFD.kilometrovyeyotmetki" /> ... </Datasets> </DataDatasource> <!-- Доступ к базе данных SQLServer--> <!-- Доступ к базе данных Oracle--> <!-- Доступ к базе данных иной любой СУБД--> <Datasource name="db{username}" connect="NetProvider=System.Data.SqlClient;Data Datasource={ip-address1} {name1}\SQL{EXPRESS SERVER};Initial Catalog={database name};Integrated Security=True" /> <!-- Доступ к файловой системе сервера--> <Datasource name="file{username}" connect="C:*\{files\root}" /> <!-- Доступ к базе данных для получения изображений--> <Datasource name="fdb" connect="NetProvider=System.Data.SqlClient;Data Datasource={ip-address1} {name1}\SQL{EXPRESS SERVER};Initial Catalog=filedb;Integrated Security=True" /> </pre>

Список источников

1. GIS to CIM Data Translation Template Reference Guide [Электронный ресурс] / ESRI. – 2013. – 17 p. – Режим доступа: <https://community.esri.com/ccqpr47374/attachments/ccqpr47374/electric-docs/5/2/Esri%20GIS%20to%20CIM%20Template%20Reference%20Guide.pdf> (дата обращения: 01.07.2024).
2. ГОСТ Р 58651.1-2019. Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Информационная модель электроэнергетики. Основные положения. – М. : Стандартинформ, 2019. – 14 с.
3. ГОСТ Р 58651.2-2019. Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Информационная модель электроэнергетики. Базисный профиль информационной модели. – М. : Стандартинформ, 2019. – 20 с.
4. IEC 61970-301 (2016). Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 301: Common information model (CIM) base [Электронный ресурс]. – 2016. – 38 с. – Режим доступа: <https://webstore.iec.ch/publication/31356> (дата обращения: 01.07.2024 г.).
5. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию : постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 (ред. от 15.09.2023) [Электронный ре-сурс]. – 121 с. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/63014/> (дата обращения: 01.07.2024).
6. Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов и требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства : Постановление Правительства РФ от 15.09.2020 № 1431 (ред. от 27.05.2022) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/129915/> (дата обращения: 01.07.2024).
7. Roumyeh M.L., Badenko V.L. Integrating BIM and GIS to Move Towards CIM // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы IV Международной науч-но-практической конференции BIMAC 2021 / под общ. ред. А.А. Семенова. – СПб. : СПб-ГА-СУ, 2021. – С. 14–26. DOI:10.23968/BIMAC.2021.002.
8. Как работает XML-компоновщик? [Электронный ресурс] // ArcMap Documentation / ESRI. – Режим доступа: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/extensions/schematics/how-does-the-xml-builder-operate-.htm> (дата обращения: 01.07.2024).
9. Настройка XML-компоновщика [Электронный ресурс] // ArcMap Documentation / ESRI. – Режим доступа: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/schematics/configuring-the-xml-builder.htm> (дата обращения: 01.07.2024).
10. Импортировать XML-документ рабочей области (Управление данными) [Элек-тронный ресурс] // ArcMap Documentation / ESRI. – Режим доступа: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/3.1/tool-reference/data-management/import-xml-workspace-document.htm> (дата обращения: 01.07.2024).
11. “Converting from XML (Simple XML Reading Example) - FME Support Center. -URL: <https://support.safe.com/hc/en-us/articles/25407779293837-Converting-from-XML-Simple-XML-Reading-Example> (дата обращения: 22.07.2024).
12. Deng J., Hongxing L. Research and Development of a XML Modeling Tool // 17th Inter-national Symposium on Distributed Computing and Applications for Business Engineering and Sci-ence (DCABES). – Wuxi : IEEE, 2018. – P. 318–321. DOI:10.1109/DCABES.2018.00088.
13. Zheng Z., Liu B. Research on the Application of XML in Fault Diagnosis IETM // Interna-tional Journal of Advanced Network, Monitoring and Controls. – 2022. – Vol. 7. – No. 3. – P. 16–24. DOI:10.2478/ijanmc-2022-0023.
14. Bai L., Cui Z., Duan X., Fu H. Keyword Coupling Query of Spatiotemporal Data Based on XML // Journal of Intelligent & Fuzzy Systems. – 2022. – Vol. 42. – No. 3. – P. 2219–2228. DOI:10.3233/JIFS-211537.
15. Song E., Haw S-C., Chua F-F. Model-based XML to Relational Database Mapping Choices // International Journal of Recent Technology and Engineering. – 2019. – Vol. 8. – Iss. 35. – P. 123–128. DOI:10.35940/ijrte.C1022.1083519.
16. Khodjaeva M.S. Application of XML Technology For Data Design // ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2020. – Vol. 10. – Iss. 6. – P. 1679–1687. DOI:10.5958/2249-7137.2020.00738.7.
17. Chikhale P., Harihar S., Adhude V., Raut P. Mapping of XML Document and Relational Database (Using Structural Queries) // International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology. – 2018. – Vol. 6. – Iss. 5. – P. 2425–2430. DOI:10.22214/ijraset.2018.5398.
18. Lyamin A.V., Cherepovskaya E.N. XML-Relational Mapping using Production System // 2017 Intelligent Systems Conference (IntelliSys). – London : IEEE, 2017. – P. 422- 429. DOI: 10.1109/IntelliSys.2017.8324328.
19. Ruan M. An Empirical Study of Urban and Rural Ecological Economic Development Based on Spatial Econometric Model // Proceedings of the 2015 International Conference on Eco-nomics, Social Science, Arts, Education and Management Engineering. – Zhengzhou : Atlantis Press, 2015. – P. 498-502. DOI:10.2991/essaeme-15.2015.109.
20. Milosavljević A., Đorđević-Kajan S., Stoimenov L. An Application Framework for Rapid Development for Web Based GIS: Ginis Web // Geospatial Services and Applications for the Inter-net / ed. J.T. Sample et al. – Boston : Springer, 2008. – P. 48–71. DOI:10.1007/978-0-387-74674-6_3.
21. Nėtek R., Pohanková T., Bittner O., Urban D. Geospatial Analysis in Web Browsers - Comparison Study on WebGIS Process-Based Applications // International Journal of Geo-Information. – 2023. – Vol. 12. – Iss. 9. – P. 374. DOI: 10.3390/ijgi12090374.

References

1. GIS to CIM Data Translation Template Reference Guide. 2013. 17 p. Available at: <https://community.esri.com/ccqpr47374/attachments/ccqpr47374/electric-docs/5/2/Esri%20GIS%20to%20CIM%20Template%20Reference%20Guide.pdf> (accessed 01.07.2024).
2. ГОСТ R 58651.1-2019. Edinaya ehnergeticheskaya sistema i izolirovanno rabotayushchie ehnergosistemy. Informatsionnaya model' ehlektroehnergetiki. Osnovnyye polozheniya [Unified power system and isolated power systems. Information model of the electric power industry. Basic provisions]. Moscow: Standartinform; 2019. 14 p.

3. GOST R 58651.1-2019. Edinaya ehnergeticheskaya sistema i izolirovanno rabotayushchie ehnergosistemy. Informatsionnaya model' ehlektroehnergetiki. Bazisnyi profil' informatsionnoi modeli [Unified power system and isolated power systems. Information model of the electric power industry. Basic information model profile]. Moscow: Standartinform; 2019. 20 p.
4. IEC 61970-301 (2016). Energy management system application program interface (EMS-API)- Part 301: Common information model (CIM) base. 2016. 38 p. Available at: <https://webstore.iec.ch/publication/31356> (accessed 01.07.2024).
5. O sostave razdelov proektnoi dokumentatsii i trebovaniyakh k ikh sodержaniyu [On the composition of sections of design documentation and requirements for their content]: RF Government Decree dated 16.02.2008 № 87 (as amended on 15.09.2023). Available at: <http://government.ru/docs/all/63014/> (accessed 01.07.2024).
6. Ob utverzhdenii Pravil formirovaniya i vedeniya informatsionnoi modeli ob"ekta kapital'nogo stroitel'stva, sostava svedenii, dokumentov i materialov, vklyuchaemykh v infor-matsionnyu model' ob"ekta kapital'nogo stroitel'stva i predstavlyaemykh v forme ehlektronnykh dokumentov, i trebovaniy k formatam ukazannykh ehlektronnykh dokumentov, a takzhe o vnesenii izmeneniya v punkt 6 Polozheniya o vypolnenii inzhenernykh izyskaniy dlya podgotovki proektnoi dokumentatsii, stroitel'stva, rekonstruktsii ob"ektov kapital'nogo stroitel'stva [6. On approval of the Rules for the formation and maintenance of an information model of a capital construction project, the composition of information, documents and materials included in the information model of a capital construction project and presented in the form of electronic documents, and requirements for the formats of these electronic documents, as well as on amendments to paragraph 6 of Regulations on the performance of engineering surveys for the preparation of design documentation, construction, reconstruction of capital construction projects] RF Government Decree dated 15.09.2020 № 1431 (as amended on 27.05.2022). Available at: <http://government.ru/docs/all/129915/> (accessed 01.07.2024).
7. Roumyeh M.L., Badenko V.L. Integrating BIM and GIS to move towards CIM. In: BIM in Construction & Architecture. Proceedings of IV International Conference BIMAC 2021. Semenov A.A., ed. StPetersburg: SPbGASU, 2021. P. 14–26. DOI: 10.23968/BIMAC.2021.002.
8. How does the XML builder operate? In: ArcMap Documentation. Available at: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/schematics/how-does-the-xml-builder-operate-.htm> (accessed 01.07.2024).
9. Configuring the XML builder. In: ArcMap Documentation. Available at: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/schematics/configuring-the-xml-builder.htm> (accessed 01.07.2024).
10. Import XML Workspace Document (Data Management). In: ArcMap Documentation. Available at: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/3.1/tool-reference/data-management/import-xml-workspace-document.htm> (accessed 01.07.2024).
11. "Converting from XML (Simple XML Reading Example)- FME Support Center-URL: <https://support.safe.com/hc/en-us/articles/25407779293837-Converting-from-XML-Simple-XML-Reading-Example> (data obrashheniya: 22.07.2024).
12. Deng J., Hongxing L. Research and Development of a XML Modeling Tool. In: 17th International Symposium on Distributed Computing and Applications for Business Engineering and Science (DCABES). Wuxi: IEEE; 2018. pp. 318–321. DOI:10.1109/DCABES.2018.00088.
13. Zheng Z., Liu B. Research on the Application of XML in Fault Diagnosis IETM. *International Journal of Advanced Network, Monitoring and Controls*. 2022;7(3):16–24. DOI:10.2478/ijanmc-2022-0023.
14. Bai L., Cui Z., Duan X., Fu H. Keyword Coupling Query of Spatiotemporal Data Based on XML. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*. 2022;42(3):2219–2228. DOI:10.3233/JIFS-211537.
15. Song E., Haw S-C., Chua F-F. Model-based XML to Relational Database Mapping Choices. *International Journal of Recent Technology and Engineering*. 2019;8(3S):123–128. DOI:10.35940/ijrte.C1022.1083S19.
16. Khodjaeva M.S. Application of XML Technology for Data Design. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*. 2020;10(6):1679–1687. DOI:10.5958/2249-7137.2020.00738.7.
17. Chikhale P., Harihar S., Adhude V., Raut P. Mapping of XML document and relational database (using structural queries). *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*. 2018;6(5):2425–2430. DOI:10.22214/ijraset.2018.5398.
18. Lyamin A.V., Cherepovskaya E.N. XML-Relational Mapping using Production System. In: 2017 Intelligent Systems Conference (IntelliSys). London: IEEE, 2017. pp. 422–429. DOI: 10.1109/IntelliSys.2017.8324328.
19. Ruan M. An Empirical Study of Urban and Rural Ecological Economic Development Based on Spatial Econometric Model. In: Proceedings of the 2015 International Conference on Economics, Social Science, Arts, Education and Management Engineering. Zhengzhou : Atlantis Press, 2015. pp.498–502. DOI:10.2991/essaeme-15.2015.109.
20. Milosavljević A., Đorđević-Kajan S., Stoimenov L. An Application Framework for Rapid Development for Web Based GIS: Ginis Web. In: Geospatial Services and Applications for the Internet. Sample J.T. et al. (eds.). Boston: Springer; 2008. pp. 48–71. DOI:10.1007/978-0-387-74674-6_3.
21. Néték R., Pohanková T., Bittner O., Urban D. Geospatial Analysis in Web Browsers- Comparison Study on WebGIS Process-Based Applications. *International Journal of Geo-Information*. 2023;12(9):374. DOI: 10.3390/ijgi12090374.

Статья поступила в редакцию 07.05.2024 г., одобрена после рецензирования 27.06.2024 г., принята к публикации 01.08.2024 г.
The article was submitted 07.05.2024; approved after reviewing 27.06.2024; accepted for publication 01.08.2024.

Информация об авторе

Кухаренко Евгений Леонидович

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет
геосистем и технологий»

630108 Новосибирск, ул. Плехотного, д. 10

e-mail: ekukharenko@mail.ru

ORCID: 0009-0007-9263-8202

AuthorID: 102167

ResearcherID: JTD-2239-2023

Information about author

Evgeniy L. Kukharenko

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
Siberian State University of Geosystems and Technologies

10, Plakhotnogo str., Novosibirsk, 630108, Russia

e-mail: ekukharenko@mail.ru

ORCID: 0009-0007-9263-8202

AuthorID: 102167

ResearcherID: JTD-2239-2023