



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004

ИНТЕРАКТИВНОЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ГЕОМАГНИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Воробьева Г.Р.

Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия (450005, Уфа, Республика Башкортостан, ул. Мингажева, 158/1), email: vorobyeva.2020@yandex.ru

Представлены результаты реализации веб-ориентированного приложения, обеспечивающего визуализацию пространственно-временного распределения параметров геомагнитного поля и его вариаций. В основе разработанного приложения лежат геоинформационные технологии, что позволили использовать сопутствующие геоинформационные инструменты и средства для реализации интерактивного взаимодействия пользователя с приложением. Предложенная архитектура и алгоритм визуализации обеспечивают высокую скорость рендеринга геопроостранственного изображения, что подтверждается проведенными вычислительными экспериментами.

Ключевые слова: геомагнитные данные, геоинформационные технологии, пространственный рендеринг, геопроостранственные данные, веб-приложения.

INTERACTIVE WEB APPLICATION FOR MONITORING GEOMAGNETIC PARAMETERS BASED ON GIS TECHNOLOGIES

Vorobyeva G.R.

Ufa State Aviation Technical University, Russia (450005, Ufa, Republic of Bashkortostan, st. Mingazheva, 158/1), email: vorobyeva.2020@yandex.ru

The results of the implementation of a web-oriented application providing visualization of the spatial-temporal distribution of the parameters of the geomagnetic field and its variations are presented. The developed application is based on geoinformation technologies, which made it possible to use accompanying geoinformation tools and tools to implement interactive user interaction with the application. The proposed architecture and visualization algorithm provide high-speed rendering of geospatial images, which is confirmed by the conducted computational experiments.

Keywords: Geomagnetic data, geoinformation technologies, spatial rendering, geospatial data, web applications

Введение

В настоящее время важнейшей задачей мониторинга геомагнитных данных является исследование пространственно-временной анизотропии параметров геомагнитного поля и его вариаций. Анализ известных решений в данном направлении показал, что на сегодняшний день не известен инструмент, в полной мере реализующий решение указанной научно-технической задачи. При этом актуальность ее ввиду стремительно растущих объемов и сложности геомагнитных данных только усиливается.

В общем виде основной характеристикой (с точки зрения обработки и визуализации) геомагнитных данных является их многослойность. Это означает, что обработка указанных данных возможна только при наличии достоверной информации об источниках данных, о пространственных регионах со схожей геомагнитной обстановкой, а также существующими магнитными аномалиями, обусловленными особенностями строения земной коры, а также различного рода событиями на земной поверхности и в околоземном пространстве. При этом последние могут иметь как естественный, так и антропогенный характер происхождения.

Для решения представленной задачи представляется целесообразной разработка веб-ориентированного приложения, доступного широкому кругу пользователей любого уровня подготовки. При этом эффективным вариантом соответствующей реализации является комплекс пространственных изолиний с динамической цветовой схемой. Эффективное использование такого пространственного слоя для анализа пространственно-временной анизотропии параметров геомагнитного поля и его вариаций предполагает возможность динамического варьирования пространственных изолиний при масштабировании соответствующего пространственного изображения, с одной стороны, а также при изменении пользователем пространственно-временных параметров визуализации.

Исходные данные

Основой предложенного веб-ориентированного решения является комплекс геомагнитных данных, которые в режиме реального времени регистрируются наземными магнитными обсерваториями и вариационными станциями сети INTERMAGNET [1].

Данные распространяются в текстовом CSV-подобном формате, могут различаться составом описываемых параметров, шагом дискретизации, единицами измерения, содержат многочисленные пропуски, выбросы и аномалии. Сами источники данных неравномерно распределены по поверхности Земли. При этом параметры геомагнитного поля и его вариаций демонстрируют в своей пространственно-временной динамике выявленную зависимость от географической привязки точки / пространственного региона регистрации / наблюдения соответствующих значений. Кроме того, формируемые при этом временные ряды являются многомерными.

Архитектура решения

В общем виде архитектура инструментально-программного средства GEOMAGNET описывается в соответствии с ГОСТ 34.602-89 и представляет собой совокупность функциональных и организационных составляющих (присущих любым информационным системам, специальным классом которой является и геоинформационная система), включая подсистемы обработки, хранения, анализа и визуальной интерпретации данных.

Основные задачи сбора, обработки, анализа, хранения и визуальной интерпретации геомагнитных данных, полученных из территориально распределенных гетерогенных источников и описывающих состояние геомагнитного поля и его вариаций в виде совокупности параметров, реализованы в составе подсистем и отдельных модулей информационной системы GEOMAGNET [2-4] (Рисунок 1).

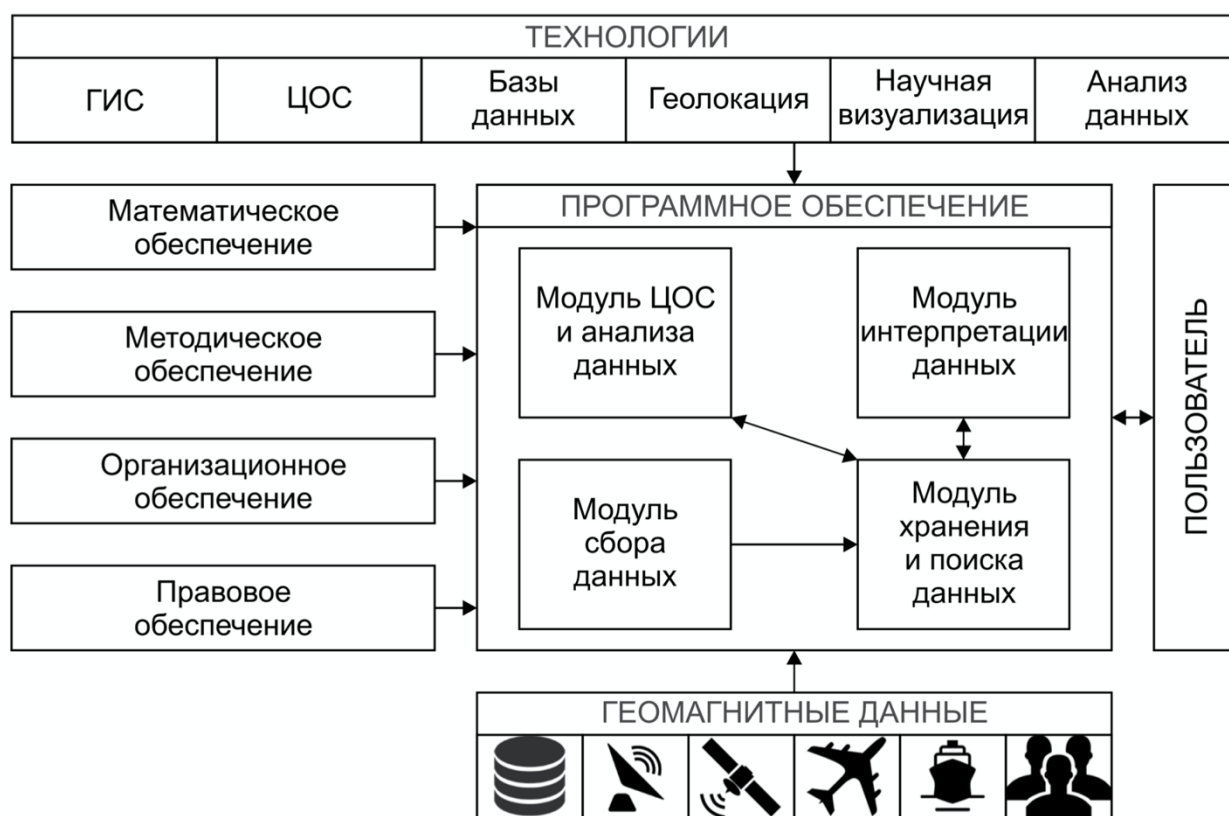


Рисунок 1 – Архитектура системы GEOMAGNET

Так, к примеру, одной из базовых составляющих являются метаданные, представленные в едином информационном пространстве в двух компонентах информационной системы.

Так, метаданные представлены в реестре источников данных, где определены характеристик магнитных обсерваторий и вариационных станциях, являющихся поставщиками геомагнитной информации для задач поддержки принятия решений в прикладных областях. Такие метаданные определяют идентификационные параметры источников данных (например, в данном случае к ним относятся уникальный четырехсимвольный IAGA-код, кратное и полное название соответствующей магнитной обсерватории / вариационной станции). Здесь же представлены пространственные характеристики источника данных, которые включают в себя геодезические широту, долготу, а также при необходимости высоту над уровнем моря (последний параметр является опциональным для других прикладных областей, но для анализа параметров магнитного поля Земли и его вариаций имеет принципиально важное значение). В метаданных источников данных также определены протоколы доступа к ним, например, URL удаленного хранилища данных, доступного, к примеру, по FTP.

Программные средства в рамках обозначенной архитектуры представляют собой совокупность четырех интегрированных программных модулей, обеспечивающих реализацию основного функционала единого информационного пространства:

1. Модуль сбора данных реализует интеграцию и предварительную обработку метео-данных, полученных из гетерогенных источников (аэрофотосъемка, геодезические

исследования, спутниковые данные, данные обсерваторий и (или) метеостанций и др.). Приоритетной задачей этого модуля является унификация представления разнородных по происхождению и формату данных.

2. Модуль хранения и поиска данных позволяет формулировать программные запросы, результатом выполнения которых является контекстно-связанная информация, представленная в формате соответствующей модели данных (реляционной, сетевой, иерархической и т. д.). Основное назначение данного модуля – агрегирование, фильтрация и классификация наборов данных для их дальнейшего анализа и интерпретации.

3. Модуль цифровой обработки сигнала (ЦОС) и анализа данных служит для функционального манипулирования наборами метеоданных посредством пространственно-временного, частотного, статистического и иных видов анализа с целью получения новых данных, служащих основой в том числе для информационной поддержки принятия решений в проблемной области.

4. Модуль интерпретации данных предназначен для представления данных в любой удобной для пользователя форме (диаграммы, таблицы, отчеты, двух- и трехмерные графические модели и пр.). Основным назначением этого модуля является формирование интерфейса конечного пользователя как промежуточного звена между поставщиком и потребителем метеоданных, реализующего визуальные элементы для управления механизмами формирования запросов и рендеринга откликов.

Функциональность приложения

Соответствующая функциональность реализована в составе исследовательского прототипа информационной системы с веб-ориентированной MVC-архитектурой GEOMAGNET.

Одна из ключевых задач, решаемых системой, представлена в модуле «Геомагнитный калькулятор» – приложении специального типа, предназначенном для расчета параметров невозмущенного магнитного поля в заданной точке земного пространства [5-6].

Предложенный «Геомагнитный калькулятор» представляет собой веб-ориентированное ГИС-приложение, обеспечивающее расчет параметров невозмущенного геомагнитного поля на основании задаваемого пользователем набора пространственно-временных параметров (Рисунок 2).

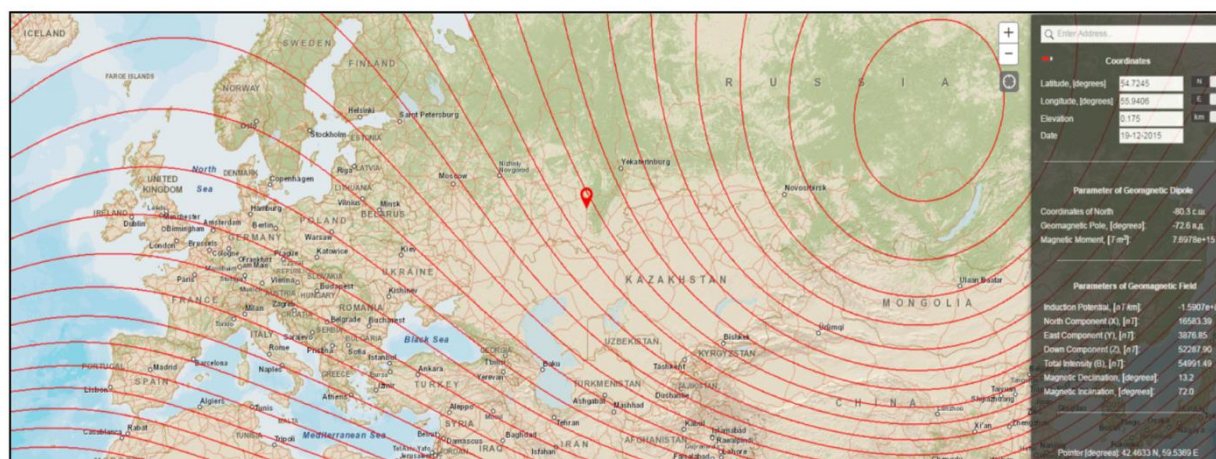


Рисунок 2 – Экранная форма сервиса «Геомагнитный калькулятор»

Для повышения эффективности геомагнитного калькулятора были добавлены следующие возможности:

- Карты, т.е. геоинформационные технологии. Параметры геомагнитного поля зависят от географических координат анализируемой точки земной поверхности. Указанные данные относятся к категории геопространственных и, как правило, для их обработки и анализа должны быть использованы сопутствующие геоинформационные технологии. При наличии в приложении интерактивной карты пользователь может просто выбрать анализируемую точку ее указанием непосредственно на карте.
- Расчет высоты над уровнем моря. Для повышения точности расчетов необходимо реальное значение высоты над уровнем моря для анализируемой пространственной точки. Лучшим решением здесь является автоматическое формирование значения на основе географических широты и долготы пространственной точки. Вместе с тем, такая подстановка величины не должна исключать возможности редактирования непосредственно пользователем для анализа изменения магнитного поля с вариацией высоты.
- Визуализация. Одним из наиболее эффективных подходов к визуализации параметров геомагнитного поля является набор линий уровня. Каждая изолиния представляет собой замкнутую кривую, вдоль которой значение параметра геомагнитного поля остается неизменным.
- Трехмерное представление. В этом случае геоинформационная система предоставляет больше информации, чем другие известные системы или технологии. Важность этой функциональности подчеркивается динамическими свойствами и многоуровневым масштабированием геопространственного изображения.

Выводы

Результаты эксперимента показали, что применение предложенного алгоритма визуализации пространственно-временного распределения геомагнитных данных позволяет повысить вычислительную скорость процедуры рендеринга геопространственного изображения в веб-ориентированной среде в среднем на 18% по сравнению с существующими аналогами. В результате возможен анализ распределения параметров геомагнитного поля и определения таких областей, которые являются потенциально опасными в контексте наведения геоиндуцированных токов. При использовании существующих подходов допустима только локальная визуализация, что существенно усложняет процедуру принятия решений.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 20-07-00011).

Список литературы

1. St-Louis B.J. INTERMAGNET Technical Reference Manual, Version 4 / B.J. St-Louis, 1999.
2. Воробьев А. В. Корреляционный анализ геомагнитных данных, синхронно регистрируемых магнитными обсерваториями INTERMAGNET / А.В. Воробьев, Г.Р. Воробьева // Геомагнетизм и аэрономия. – 2018. – Т. 58, No 2. – С. 187–193.

3. Воробьев А. В. Подход к оценке относительной информационной эффективности магнитных обсерваторий сети INTERMAGNET / А.В. Воробьев, Г.Р. Воробьева // Геомагнетизм и аэрномия. – 2018. – Т. 58, No 5. – С. 648–652.
4. Vorobeva G.R. Analytical information system for control and spectral analysis of geomagnetic field and space weather parameters / G.R.V orobeva, A.V. Vorobev // Russian Journal of Earth Sciences. – 2016. – Т. 16. No 4. – С. 1-10.
5. Vorobeva G.R. Web-based geoinformation system for exploring geomagnetic field, its variations and anomalies / G.R.Vorobeva, A.V. Vorobev // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2016. – Vol. 582. – С. 22-35.
6. Vorobev A. V. Web-oriented 2D/3Dvisualization of geomagnetic field and its variations parameters / A. V. Vorobev, G. R. Vorobeva // Scientific Visualization. – 2017. Vol. 9, Issue 2. – С. 94-101.

References

1. St-Louis B.J. INTERMAGNET Technical Reference Manual, Version 4 / B.J. St. Louis, 1999.
 2. Vorobyov A. V. Correlation analysis of geomagnetic data, synchronously registered by INTERMAGNET magnetic observatories / A.V. Vorobyov, G.R. Vorobiev // Geomagnetism and aeronomy. - 2018. - Т. 58, No 2. - pp. 187–193.
 3. Vorobyov A.V. Approach to assessing the relative information efficiency of INTERMAGNET magnetic observatories / A.V. Vorobyov, G.R. Vorobiev // Geomagnetism and aeronomy. - 2018. - Т. 58, No 5. - pp. 648-652.
 4. Vorobeva G.R. Analytical information system for control and spectral analysis of geomagnetic field and space weather parameters / G.R.V orobeva, A.V. Vorobev // Russian Journal of Earth Sciences. - 2016. - Т. 16. No 4. - pp. 1-10.
 5. Vorobeva G.R. Web-based geoinformation system for exploring geomagnetic field, its variations and anomalies / G.R. Vorobeva, A.V. Vorobev // Advances in Intelligent Systems and Computing. - 2016. - Vol. 582. – pp. 22-35.
 6. Vorobev A. V. Web-oriented 2D/3Dvisualization of geomagnetic field and its variations parameters / A. V. Vorobev, G. R. Vorobeva // Scientific Visualization. – 2017. Vol. 9, Issue 2. - pp. 94-101.
-