Использование спутниковых данных в ГИС «МЕТЕО ДВ»

Л. С. Крамарева, А. Н. Давиденко

*Дальневосточный центр НИЦ «Планета», Хабаровск, 680000, Россия
E-mail: kramareva@dvrcpod.ru*

Дальневосточным центром НИЦ «Планета» и Дальневосточным управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды создана региональная информационная система ГИС «МЕТЕО ДВ» для обеспечения принятия решений в различных сферах жизнедеятельности на основе оптимального учёта комплексной информации о состоянии атмосферы и подстилающей поверхности на территории Дальнего Востока. Система реализована на основе Веб- и ГИС-технологий и содержит в себе большой перечень инструментов пространственного анализа данных, включающих гидрологическую, метеорологическую, океанографическую, геофизическую, экологическую, прогностическую и спутниковую информацию. Система обладает высоким быстродействием и эффективной организацией данных, что обеспечивает для конечных пользователей комплексность и системность в проведении исследований. В качестве серверной части используется ArcGIS Server, на котором реализовано более 60 картографических сервисов различной тематической информации. Особое внимание в статье уделено спутниковой компоненте и возможностям её комплексирования с данными наземных наблюдений и численных прогнозов погоды. В ходе оперативной эксплуатации система продемонстрировала высокую эффективность работы: достоверность информации, оперативность доведения продукции до конечных пользователей, большое количество выходной продукции, что способствует принятию правильных и своевременных решений, нацеленных на минимизацию ущерба от чрезвычайных ситуаций природного характера.

Ключевые слова: спутниковый мониторинг, геоинформационная система, база данных, сервер, веб-интерфейс

Одобрена к печати: 17.05.2019

DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-213-219

Введение

Катастрофическое наводнение 2013 г. на Дальнем Востоке ещё раз показало, что такие природные катаклизмы требуют незамедлительных и адекватных действий, эффективность которых напрямую связана с оперативностью обработки и представления информации. В подобных ситуациях в организациях Росгидромета регламентирован переход на режим учащённого мониторинга обстановки, однако простого накопления данных в этом случае недостаточно. Данные должны быть легкодоступны и систематизированы в соответствии с быстроменяющейся обстановкой. Необходим инструмент, позволяющий в режиме реального времени связать разнородную информацию в удобном для сравнения и анализа виде. Причём проведение такого анализа должно быть доступно не только на автоматизированных рабочих местах специалистов, но и в местах принятия управленческих решений, нацеленных на снижение возможных негативных последствий от развития опасной ситуации.

В статье рассматриваются технологии построения региональной информационной системы ГИС «МЕТЕО ДВ», осуществляющей интеграцию данных и их комплексную обработку. Особое внимание уделяется спутниковым компонентам геоинформационного мониторинга. Базовая основа ГИС «МЕТЕО ДВ» разработана специалистами Дальневосточного центра НИЦ «Планета» и Дальневосточного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС) в 2014 г. в рамках работ по реализации Технического проекта восстановления, модернизации и развития гидрометеорологической сети наблюдений и системы гидрологического прогнозирования в бассейне р. Амур. Дальнейшее развитие система получила в 2016 г., когда в неё были интегрированы экологическая и геофизическая компоненты, а также внедрена концепция построения модульной структуры информационной системы для создания единой точки входа к разнородным данным.

ГИС «МЕТЕО ДВ» была представлена на II Восточном экономическом форуме (2–3 сентября 2016 г., Владивосток) и на Международной выставке “THE GEO — XII Plenary and Exhibition” (7–10 ноября 2016 г., Санкт-Петербург), а также стала победителем конкурса «Лучшие проекты в области ГИС и ДЗЗ» в рамках III Международного ГИС-форума «Интеграция пространства — будущее информационных технологий».

Структура системы ГИС «МЕТЕО ДВ»

Региональная геоинформационная система «МЕТЕО ДВ» состоит из трёх основных компонент, тесно связанных между собой: системы подготовки данных, базы данных хранения векторной и растровой информации и системы визуализации и распространения информации.

Система подготовки данных представляет собой комплекс, состоящий из автоматизированных модулей, обеспечивающих сбор информации, предоставляемой по различным каналам связи: ведомственной сети Росгидромета, посредством спутниковых терминалов, а также через специальный интерфейс доступа к базе регионального фонда данных. Наполнение системы осуществляется по следующим направлениям:

- результаты наземных наблюдений и измерений, поступающих с гидрометеорологических станций и постов, включая автоматизированные метеорологические станции (АМС) и гидрологические комплексы (АГК);
- данные, принимаемые с отечественных и зарубежных космических аппаратов, и тематические продукты, созданные на их основе;
- прогностические данные численных моделей расчёта полей метеорологических и гидрологических величин;
- результаты экологического мониторинга;
- результаты геофизического мониторинга.

Помимо функции сбора разнородной информации комплекс осуществляет её дополнительную подготовку: численные данные передаются в СУБД, данные ДЗЗ и ЧПП (Вербицкая, Романский, 2016) подготавливаются в виде файлов в shape- и geoTiff-форматах в полуавтоматическом (часть продукции проходит дополнительную обработку оператором) и автоматическом режимах. Для обработки и обмена данными используются модули, написанные на языках программирования Python и C#.

В качестве базы данных хранения используется СУБД PostgreSQL с расширениями PostGIS (для работы с векторной информацией) и ArcSde (для работы с растровой информацией) (https://www.esri-cis.ru/support/articles_by_working_with_software/10245/). Вся векторная информация хранится непосредственно в базе данных, для растровой информации в базе размещаются атрибутивные сведения, а сами данные содержатся в отдельной выделенной системе хранения.

Основной массив данных хранится на базовом сервере ГИС, кроме этого организованы интерфейсы к нескольким удалённым хранилищам в сети регионального вычислительного центра Дальневосточного УГМС, в частности к данным экологического и геофизического мониторинга.

Для оптимизации и повышения быстродействия работы ГИС в базу данных занесены заранее созданные векторные слои с объектами наблюдаемой территории: для наземных данных — местоположение и символьное отображение метеостанций, гидропостов и др., а также атрибутивная информация с общими сведениями об объекте; для спутниковых данных — закреплённые на карте узлы регулярной сетки. Векторные слои объектов связаны с таблицами, содержащими постоянно обновляемые наблюденные и измеренные данные. Такая схема построения БД позволяет отображать готовые объекты векторного слоя и связанную с ними информацию из таблиц только для представленного на экране монитора фрагмента карты. Это существенно сокращает время визуализации данных на экране при изменении размера фрагмента или масштаба карты.

За время работы ГИС «МЕТЕО ДВ» (с 2014 г.) объём информации с наземной наблюдательной сети (основная часть векторной информации, хранимой в базе данных) превысил 0,5 Тбайт, а совместно с растровой информацией составил более 3 Тбайт данных.

Система визуализации и распространения информации состоит из веб-интерфейса и сервера предоставления картографических данных. В качестве серверной части используется ArcGIS Server, на котором реализовано более 60 картографических сервисов различной тематической информации (рис. 1).

Рис. 1. Примеры отображения картографических сервисов различной тематической информации

Веб-интерфейс позволяет объединить картографические сервисы, наполняемые из разнородных источников, обеспечивая возможность визуализации и анализа обстановки как в целом на карте, так и для точки. Он реализован с использованием библиотеки ArcGIS API for JavaScript, позволяющей максимально полно задействовать возможности ArcGIS server. Пользователю предоставляются удобные средства навигации в картографическом окне, изменения масштабов, выбора требуемых географических регионов. Отображение информации осуществляется в виде накладывающихся (совмещённых) информационных слоёв, выбираемых пользователем. Слои объединены в тематические группы: спутниковые изображения; гидрология; океанография; метеорология; аэрология; геофизика и экология; атрибутивные данные. Большинство информационных слоёв, помимо пространственной привязки, имеют временную привязку, в связи с чем в ГИС «МЕТЕО ДВ» реализованы механизмы организации запросов к этим слоям с учётом временных критериев.

Данные дистанционного зондирования Земли из космоса в ГИС «МЕТЕО ДВ»

Как показала практика совместной работы Дальневосточного центра НИЦ «Планета» и Дальневосточного УГМС, спутниковая информация становится неотъемлемой частью в работе синоптиков, метеорологов, гидрологов (Крамарева и др., 2015). Поэтому с целью улучшения качества работы и дальнейшего повышения значимости такой информации большое внимание при разработке ГИС «МЕТЕО ДВ» уделено данным дистанционного зондирования Земли из космоса.

База данных ГИС ежедневно пополняется данными КА высокого и среднего разрешения. Информация спутников «Канопус-В» (МСС), «Ресурс-П» (ШМСА), Landsat-8 (OLI) позволяет проводить анализ на уровне отдельных объектов, а для обзора территорий регионального масштаба используются данные КА «Метеор-М» (КМСС — комплекс многозональной спутниковой съёмки), Terra/Aqua (MODIS). Наполнение базы спутниковыми данными осуществляется в автоматическом режиме с серверов Дальневосточного центра НИЦ «Планета» после проведения первичной и тематической обработки. В ГИС пользователь может просматривать текущее состояние облачности, гидрологических объектов (рек, озёр, водохранилищ) и др. Интерфейс отображения информации, используя спутниковые изображения как базовую карту-основу, обеспечивает одновременное отображение различных видов данных, позволяющих провести совместный анализ облачности и барических полей, уровней воды и наличия пойменных разливов и т. д.

Для оценки обстановки в динамике в ГИС «МЕТЕО ДВ» реализован сервис отображения информации об облачности в виде последовательности растровых изображений с геостационарного японского КА Himawari-8. Шкала выбора даты и времени позволяет просматривать движение облачных образований в виде анимации. При этом предусмотрена возможность одновременного отображения в динамике и другой информации, тесно связанной с облачностью, например явлений погоды, термобарического поля в изолиниях, фактической и прогностической интенсивности осадков.

Большое внимание в ГИС уделено мониторингу пожарной обстановки. База данных оперативно пополняется информацией о координатах температурных аномалий, выявленных по спутниковым данным, а также растровыми изображениями с проработанными контурами дымовых шлейфов, совмещёнными с «горячими точками». В систему заводятся как данные автоматического обнаружения пожаров по существующим алгоритмам (MOD14 (Terra/Aqua), AVAFO (Suomi NPP/NOAA-20)), так и аномалии, прошедшие ручной контроль специалистами. Кроме отображения самих температурных аномалий в ГИС «МЕТЕО ДВ» предусмотрен функционал их совмещения с картой пожарной опасности по условиям погоды. Такой подход позволяет проводить анализ и выявлять территории, где пожары с большой долей вероятности возникают по вине человека, что может указывать на необходимость дополнительных мероприятий по профилактике и предупреждению.

Для повышения качества прогноза и анализа паводковой ситуации на водных объектах разработаны различные методики создания гидрологической продукции на основе комплексирования спутниковой информации и данных наземных измерений, обеспечивающие непрерывное территориальное покрытие (Чудин и др., 2015). Одним из примеров такой продукции является карта распределения снежного покрова, формируемая по данным КА Terra/Aqua (MODIS) и Suomi NPP (VIIRS) с нанесёнными на неё слоями высот снежного покрова и запасов воды в снеге (рис. 2, см. с. 217). В период весеннего снеготаяния подобный совместный анализ позволит провести более качественную оценку объёмов поступающих на водосборы талых вод.

Во время паводка на р. Амур и её притоках в 2013 г. благодаря тому, что уровни воды практически по всему бассейну Амура достигли значений, не имевших аналогов за всю историю наблюдений, был накоплен большой архив векторных данных, характеризующих затопление территорий для различных уровней воды. На основе этого архива разработан сервис прогнозирования территориального затопления при подъёме воды до уровней, задаваемых пользователем. В ГИС этот сервис отнесён к прогностической группе.

В качестве входных параметров сервис получает список гидрологических постов с прогностическими уровнями воды на них. Эти данные предоставляются отделом гидрологических прогнозов Дальневосточного УГМС или рассчитываются по гидродинамической модели прогнозов уровней воды, разработанной в Гидрометцентре России.

Для территории вокруг каждого поста из архива подбирается сегмент со значением уровня воды, наиболее близким к прогнозируемому. При этом все сегменты компонуется в единый цельный вектор, отображающий предполагаемый разлив в виде изображения границ затопления (рис. 3, см. с. 217). Необходимо отметить, что модель выдаёт те сегменты разливов рек, которые содержали минимальный процент облачности.

Рис. 2. Комплексирование данных по распределению снежного покрова и запасов воды в нём

Рис. 3. Процедура получения вектора разлива рек при задаваемых прогностических значениях уровней воды

В интерфейсе широко представлен блок графического анализа информации. Кроме традиционно отображаемых в гидрометеорологических ГИС метеограмм, в ГИС «МЕТЕО ДВ» доступно построение для любой точки профилей температурно-влажностного зондирования по данным приборов ATOVS KA серий NOAA и MetOp, а для пунктов аэрологического зондирования предусмотрено совместное построение графиков спутниковых измерений с данными фактического зондирования. В условиях слабой освещённости Дальневосточного региона сетью аэрологических станций эта информация может применяться для дополнения так называемого «короткого» зонда, а в некоторых случаях — для коррекции данных (выбраковки при сравнении с близлежащими пунктами зондирования).

Практическое использование ресурсов ГИС «МЕТЕО ДВ» на протяжении пяти лет показало, что подобные продукты оказывают значительную помощь в осуществлении оперативного мониторинга природных объектов и являются надёжным средством информационной поддержки населения и управленческих структур.

В дополнение к представленным примерам использования в ГИС «МЕТЕО ДВ» результатов дистанционного мониторинга, следует отметить, что модульная структура системы позволяет наращивать её функциональность и включать не только новые данные, но и модули для работы с ними. В связи с этим в Дальневосточном центре НИЦ «Планета» ведётся активная научно-исследовательская работа по поиску, разработке и внедрению в ГИС «МЕТЕО ДВ» новых направлений использования спутниковых данных и результатов их обработки для расширения функциональных возможностей системы и привлечения новых потребителей.

Заключение

Геоинформационная система «МЕТЕО ДВ» предназначена для оперативного комплексирования и отображения на единой информационной площадке максимально доступного на региональном уровне перечня гидрометеорологических данных и информации о состоянии окружающей природной среды. Система ориентирована на широкий круг пользователей, в том числе на органы исполнительной власти.

В ходе оперативной эксплуатации система продемонстрировала высокую эффективность работы: достоверность информации, оперативность доведения продукции до конечных пользователей, большое количество выходной продукции, что способствует принятию правильных и своевременных решений, нацеленных на минимизацию ущерба от чрезвычайных ситуаций природного характера.

Использование ГИС «МЕТЕО ДВ» позволяет объединить в единую информационную систему данные из различных источников, которые дополняют друг друга и в целом представляют собой эффективное средство мониторинга и исследования. Размещение подобных ресурсов в интернете позволяет оперативно информировать как заинтересованные службы, так и население.

Литература

1. *Вербицкая Е. М., Романский С. О.* Результаты испытаний краткосрочных оперативных прогнозов мезомасштабной модели WRF-ARW «ХАБ-15» в пунктах Дальневосточного региона России // Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. 2016. № 43. С. 32–62.
2. *Крамарева Л. С., Давиденко А. Н., Пустынский И. С., Четырин Ю. С., Чудин А. О.* Комплексирование разнородных данных о состоянии природной среды в ГИС «МЕТЕО ДВ» // Геоматика. 2015. Вып. 4. С. 70–73.
3. *Стрельцов И. В.* ArcSDE (ArcGIS Server), Oracle Spatial, Geometry, что такое и как все это заставить корректно взаимодействовать? https://www.esri-cis.ru/support/articles_by_working_with_software/10245/ (дата обращения: 22.04.2019).

4. Чудин А. О., Крамарева Л. С., Пустынский И. С., Четырин Ю. С., Паршин В. В., Агеева С. В., Верbitskaya E. M. «МЕТЕО ДВ»: Геоинформационная система визуализации гидрометеорологической и спутниковой информации // 13-я Всерос. открытая ежегодная конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»: сб. тез. Москва, 16–20 нояб. 2015. М.: ИКИ РАН, 2015. С. 145.

Application of satellite data in METEO DV GIS

L. S. Kramareva, A. N. Davidenko

*Far-Eastern Center of State Research Center for Space Hydrometeorology “Planeta”
Khabarovsk 680000, Russia
E-mail: kramareva@dvrcpod.ru*

The Far-Eastern Center of SRC “Planeta” and the Far Eastern Department of Hydrometeorology and Environmental Monitoring created a regional information system METEO DV GIS to ensure decision-making in various spheres of life on the basis of optimal accounting for complex information on the state of the atmosphere and underlying surface in the Far East. The system is implemented on web and GIS technologies and contains a large list of spatial data analysis tools including hydrological, meteorological, oceanographic, geophysical, ecological, prognostic and satellite information. The system has high velocity and efficient data organization, which provides end users with comprehensive and systematic research. We implemented more than 60 map servers of various thematic information on ArcGIS Server. The paper pays special attention to the satellite component and the possibility of its integration with the data of ground-based observations and numerical weather forecasts. During operation, the system demonstrated high performance: accuracy of data, speed of bringing products to end users, a large number of output products that contribute to making correct and timely decisions aimed at minimizing damage from natural emergencies.

Keywords: satellite monitoring, geographic information system, database, server, web interface

Accepted: 17.05.2019

DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-213-219

References

1. Verbitskaya E. M., Romanskii S. O., Rezul'taty ispytaniy kratkosrochnykh operativnykh prognozov mezo-masshtabnoi modeli WRF-ARW “KhAB-15” v punktakh Dal'nevostochnogo regiona Rossii (The results of short-term operational forecasts of the mesoscale model WRF-ARW “HUB-15” in the points of the Far Eastern region of Russia), *Rezul'taty ispytaniya novykh i usovershenstvovannykh tekhnologii, modelei i metodov gidrometeorologicheskikh prognozov* (The results of testing new and improved technologies, models and methods of hydrometeorological forecasts), 2016, Vol. 43, pp. 32–62.
2. Kramareva L. S., Davidenko A. N., Pustynskii I. S., Chetyrin Yu. S., Chudin A. O., Kompleksirovanie raznorodnykh dannykh o sostoyanii prirodnoi sredy v GIS “Meteo-DV” (Integration of heterogeneous data about the state of environment in GIS “Meteo-DV”), *Geomatika*, 2015, Vol. 4, pp. 70–73.
3. Streltsov I. V., available at: https://www.esri-cis.ru/support/articles_by_working_with_software/10245/ (accessed 22.04.2019).
4. Chudin A. O., Kramareva L. S., Pustynskii I. S., Chetyrin Yu. S., Parshin V. V., Ageeva S. V., Verbitskaya E. M., “METEO-DV”: Geoinformatsionnaya sistema vizualizatsii gidrometeorologicheskoi i sputnikovoi informatsii (GIS visualization of hydrometeorological and satellite information), *13-ya Vserossiyskaya otkrytaya ezhegodnaya konferentsiya “Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa”* (13th All-Russia Open Conf. “Current Problems in Remote Sensing of the Earth from Space”), Book of Abstracts, Moscow, Nov. 16–20, 2015, Moscow: IKI RAN, 2015, p. 145.