

## **ЕДИНАЯ ПРОГРАММНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ СЕТЕЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ДВО РАН**

А. А. Сорокин – канд. техн. наук, зав. лабораторией ВЦ ДВО РАН, e-mail: [alsor@febras.net](mailto:alsor@febras.net); С. П. Королев – науч. сотрудник ВЦ ДВО РАН, e-mail: [serejk@febras.net](mailto:serejk@febras.net); С. И. Мальковский – науч. сотрудник ВЦ ДВО РАН, e-mail: [sergey.malkovsky@gmail.com](mailto:sergey.malkovsky@gmail.com); Н. В. Шестаков – канд. физ.- мат. н., ст. науч. сотрудник ИПМ ДВО РАН, e-mail: [shestakov.nv@dvfu.ru](mailto:shestakov.nv@dvfu.ru); О. А. Гирина – канд. геол.-минер. наук, ведущий науч. сотрудник ИВиС ДВО РАН, e-mail: [girina@kscnet.ru](mailto:girina@kscnet.ru)

*С 2008 г. усилиями ученых ВЦ ДВО РАН, ИПМ ДВО РАН и ИВиС ДВО РАН ведется разработка информационных технологий и систем для обеспечения работы сетей наблюдений ДВО РАН и обработки данных для исследования и оперативного мониторинга природных опасных явлений на Дальнем Востоке России. Созданные программные средства позволили интегрировать специализированные архивы научных данных и средства для работы с ними, сформировав эффективные инструменты для изучения вулканической активности на Камчатке и геодинамических процессов на юге Дальнего Востока России.*

*Since 2008, the efforts of scientists of the Computing Center Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, IAM FEB RAS and IVS FEB RAS were aimed at the development of information technologies and systems to support the operations of observation networks of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences and data processing for research and monitoring of natural hazards in the Russian Far East. The created software allowed to integrate specialized archives of scientific data and applications for working with them, having formed effective tools for studying volcanic activity in Kamchatka and geodynamic processes in the south of the Russian Far East.*

*Ключевые слова:* информационная система, архивы данных, сеть наблюдений, изображение, математическое моделирование, ГНСС, вулкан.

Начиная с 2008 г. в ДВО РАН в рамках целевых программ “Современная геодинамика, активные геоструктуры и природные опасности Дальнего Востока России” и “Информационно-телекоммуникационные ресурсы ДВО РАН” учеными была начата работа по формированию инструментальной инфраструктуры для исследования и оперативного мониторинга природных опасных явлений и объектов Дальневосточном регионе. Это позволило к настоящему времени создать основу региональных сетей сейсмологических [1] и геодинамических наблюдений ДВО РАН [2], а также систему видеонаблюдения за вулканами Камчатки [3].

Анализ причин и последствий природных катастрофических явлений требует проведения комплексных исследований, основанных на использовании результа-

тов обработки большого числа разнородных научных данных. Для решения этих задач и автоматизации операций, связанных с работой сетей наблюдений, была разработана автоматизированная информационная система “Сигнал” (далее – платформа) [4], развернутая на базе Центра коллективного пользования “Центр данных ДВО РАН” (г. Хабаровск). В настоящее время платформа обеспечивает работу 37 специализированных аппаратных комплексов, установленных в 23 пунктах наблюдений на территории Дальнего Востока России.

Помимо базовых задач управления работой средств регистрации сигналов, сбора и хранения инструментальных данных, в составе платформы созданы и развиваются две тематические подсистемы. Одна из них связана с комплексным анализом активности вулканов Камчатки и Курил, в составе которой реализованы система для моделирования траектории движения пепловых облаков [5], авторские алгоритмы обработки изображений вулканов [6] и RESTful Web-сервис [7] для взаимодействия и обмена данными с внешними информационными системами *VOKKIA* [8] и *VolSatView* [9]. Это дало возможность интегрировать специализированные архивы данных и средства для работы с ними, создав инструменты для комплексного анализа распространения пепловых шлейфов при эксплозивных извержениях вулканов Камчатки по данным результатов метаматематического моделирования, средств наземных наблюдений и дистанционного зондирования Земли.

Не менее важной является задача организация работы с данными глобальных навигационных спутниковых систем (далее – ГНСС) для комплексного исследования современных геодинамических процессов на юге Дальнего Востока России [10]. Первичным и главным информационным продуктом, на базе которого можно проводить перечисленные исследования, являются ряды изменений координат пунктов сети ДВО РАН (далее – сеть). Их расчет выполняется в два этапа в соответствии со стандартной методикой обработки данных геодинамических наблюдений [11] с применением программного пакета *BERNESE*. Вычисления проводятся в фоновом режиме по мере формирования полного набора данных за истекшие сутки по всем станциям сети и отобраным десяти опорным точкам международной сети *IGS*. На втором этапе на основе полученных данных производится вычисление временных серий координат пунктов в глобальной системе координат *ITRF2008* в формате *X,Y,Z* (пространственные прямоугольные координаты), которые затем преобразуются в локальную систему координат (*N, E, U*), начало которой фиксируется исходными координатами, каждого пункта, использующимися для обработки ГНСС данных. Для работы с результатами математической обработки данных ГНСС-наблюдений и для задания параметров вычислений реализован проблемно-ориентированный интерфейс, позволяющий для пользователей прозрачно взаимодействовать с программным окружением и проектами *BERNESE*. Полученные в результате расчетов файлы используются для визуализации и дальнейшего анализа, для которого ведется разработка дополнительных программных средств.

Дальнейшие усилия коллектива разработчиков будут направлены на развитие возможностей тематических компонент, связанных с комплексным анализом информации разных видов наблюдений и систем, а также Web-сервисов для доступа к накопленным архивам исходной информации и результатам обработки данных.

*Работы по развитию базовых компонентов платформы в настоящее время ведутся в рамках проектов ДВО РАН (№ 15-И-4-071, 15-И-4-072), ФАНО России (№*

темы государственного задания 0297-2014-0042), инструменты обработки, анализа, доступа и хранения научных данных развиваются при поддержке грантов РНФ (№16-17-00042) и РФФИ (№ 16-07-00156, 16-37-00026 мол\_а, 15-29-07953).

### Библиографические ссылки

1. Быков В. Г., Бормотов В. А., Коковкин А.А., Василенко Н.Ф., Прытков А.С., Герасименко М.Д., Шестаков Н.В., Коломиец А.Г., Сорокин А. П., Сорокина А. Т., Серов М. А., Селиверстов Н.И., Магуськин М. А., Левин В. Е., Бахтиаров В. Ф., Саньков В.А., Лухнев А. В., Мирошниченко А.И., Ашурков С.В., Бызов Л.М., Дучков А.Д., Тимофеев В. Ю., Горнов П. Ю., Адрюков Д. Г. Начало формирования единой сети геодинимических наблюдений ДВО РАН // Вестник ДВО РАН, 2009, №4, С. 83-93.

2. Ханчук А. И., Коновалов А. В., Сорокин А. А., Королев С. П., Гаврилов А. В., Бормотов В. А., Серов М. А. Инструментальное и информационно-технологическое обеспечение сейсмологических наблюдений на Дальнем Востоке России // Вестник ДВО РАН, 2011, № 3, С. 127-137.

3. Sorokin A.A., Korolev S.P., Romanova I.M., Girina O.A., Urmanov I.P. The kamchatka volcano video monitoring system // 6th International Workshop on Computer Science and Engineering, WCSE 2016, Tokyo, Japan, 2016, pp. 734-737

4. Sorokin A. A., Korolev S. P., Urmanov I. P., Verkhoturou A. L., Makogonov S.V., Shestakov N.V. Software Platform for Observation Networks Instrumental Data Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences // Proc.CSEE 2015, Beijing, MAY 17–18, 2015, pp. 589–594.

5. Sorokin A. A., Korolev S. P., Girina O. A., Balashov I. V., Efremov V. Yu., Romanova I.M., Malkovsky S.I. The integrated software platform for a comprehensive analysis of ash plume propagation from explosive eruptions of Kamchatka volcanoes // Sovremennye problem distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa, 2016, Vol. 13, №. 4, pp. 9-19

6. Урманов И. П., Камаев А. Н., Сорокин А. А., Королёв С. П. Оценка видимости и состояния вулканов по последовательностям изображений стационарных камер наблюдения // Вычислительные технологии, 2016, Т. 21, № 3, С. 80-90

7. Королев С. П., Сорокин А. А., Урманов И., Гирина О. А., Романова И. М. Сервис-ориентированный программный интерфейс доступа к удаленным источникам данных для проведения междисциплинарных исследований вулканов Камчатки // Сборник тезисов докладов Четырнадцатой Всероссийской открытой конференции "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса" Электронный сборник тезисов докладов, 2016, С. 94.

8. Романова И. М., Гирина О. А., Максимов А. П., Мелекесцев И. В. Создание комплексной информационной веб-системы «Вулканы Курило-Камчатской островной дуги» (VOKKIA) // Информатика и системы управления, 2012, Т.33, №3, С. 179-187.

9. Gordeev E. I., Girina O. A., Lupyran E. A., Sorokin A. A., Kramareva L. S., Efremov V. Yu., Kashnitskii A. V., Uvarov I. A., Burtsev M. A., Romanova I. M., Mel'nikov D. V., Manevich A. G., Korolev S. P., and Verkhoturou A. L. The volsatview Information System for Monitoring the Volcanic Activity in Kamchatka and on the Kuril Islands // Journal of Volcanology and Seismology, 2016, Vol. 10, №. 6. P. 382-394

10. Sorokin A.A., Korolev S.P., Shestakov N.V., Malkovsky S.I., Tsoy G.I., Pupatenko V.V. Data management of global navigation satellite system for complex study of modern geodynamic processes in Far East of Russia //Sovremennye problem distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa, 2017, Vol. 14, №. 3. P. 158-172

11. Nikolay V. Shestakov, Hiroaki Takahashi, Mako Ohzono, Alexander S. Pрытков, Victor G. Bykov, Mikhail D. Gerasimenko, Margarita N. Luneva, Grigory N. Gerasimov, Andrey G. Kolomiets, Vladimir A. Bormotov, Nikolay F. Vasilenko, JeonghoBaek, Pil-Ho Park, Mikhail A. Serov Analysis of the far-field crustal displacements caused by the 2011 Great Tohoku earthquake inferred from continuous GPS observations // Tectonophysics. 2012. Vol. 524-525. pp. 76-86.