

**А.В. БОГОМАЗ**, н.с., Институт ионосферы, Харьков;  
**А.Е. МИРОШНИКОВ**, м.н.с., Институт ионосферы, Харьков

## **ЭКСПРЕСС-ОБРАБОТКА ДАННЫХ РАДАРА НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ НА УДАЛЁННОМ СЕРВЕРЕ**

В статье описаны особенности экспресс-обработки данных радара некогерентного рассеяния на стороне сервера. Представлено описание разрабатываемого программного обеспечения. Показаны результаты обработки данных на удалённом сервере.

**Ключевые слова:** некогерентное рассеяние, система обработки данных, удалённый сервер.

У статті описано особливості експрес-обробки даних радара некогерентного розсіяння на стороні сервера. Представлено опис програмного забезпечення, що розроблюється. Показано результати обробки даних на віддаленому сервері.

**Ключові слова:** некогерентне розсіяння, система обробки даних, віддалений сервер.

In the article the features of express incoherent scatter radar data processing on the server side are described. The description of the developed software is presented. The results of data processing on a remote server are shown.

**Keywords:** incoherent scatter, data processing system, remote server.

**Введение.** В настоящее время обработка данных радара некогерентного рассеяния (НР) Института ионосферы производится на многих несвязанных между собой персональных компьютерах (ПК). Этот подход имеет такие недостатки, как дублирование исходных данных, сложность отладки и поддержки кросс-платформенного программного обеспечения (ПО), высокая стоимость системы обработки в целом. Поэтому хранение и обработку данных НР целесообразно производить на удалённом сервере, который доступен с ПК операторов через вычислительную сеть.

**Особенности обработки данных НР на удалённом сервере.** К преимуществам обработки данных радара НР на удалённом сервере можно отнести [1]:

- быстрый доступ к данным, которые хранятся в базе данных (БД);
- удобство разработки и отладки размещаемого на сервере ПО (т.к. нет необходимости тестировать ПО на различных аппаратных и программных платформах);
- отсутствие дублирования кода программы-сервера программами-клиентами (программы-клиенты не производят обработку исходных данных);
- удобство работы оператора (нет необходимости следить за обновлением программного обеспечения);
- возможность обработки данных на любом компьютере, подключённом

© А.В. Богомаз, А.Е. Мирошников, 2013

к сети, независимо от его расположения и производительности;

- возможность разгрузки сети за счёт того, что между сервером и клиентом передаются небольшие порции данных – запросы пользователя и ответы сервера (результаты обработки или сообщения об ошибках);

- возможность использования дополнительной информации и результатов предыдущих расчётов;

- возможность ограничения доступа к исходным данным.

Данная схема работы не лишена недостатков:

- неработоспособность сервера сделает недееспособной программу обработки (неработоспособным следует считать сервер, производительности которого не хватает на обслуживание всех клиентов, а также, если он находится на ремонте, профилактике и т.п.);

- настройка и поддержание работы сервера требует отдельного специалиста высокой квалификации;

- высокая стоимость серверного оборудования.

Однако вышеперечисленные достоинства работы такой схемы перекрывают недостатки.

Рассмотрим систему экспресс-обработки, работающую на сервере Института ионосферы, задача которой – предоставить пользователю информацию (в текстовом и графическом виде) о присутствующих в БД данных НР: их объёме, качестве (т.е. помеховой обстановке и режимах работы приёмно-передающей аппаратуры радара), гелиогеофизической обстановке во время измерения параметров ионосферы и т.д.

### **ПО для экспресс-обработки данных НР на удалённом сервере.**

Разрабатываемая в Институте ионосферы система экспресс-обработки данных реализует основные этапы обработки данных радара НР [2] и основана на оригинальном программном обеспечении, которое работает совместно с системой управления базами данных (СУБД) PostgreSQL, программой визуализации данных gnuplot и web-сервером Apache [3]. Схема системы экспресс-обработки показана на рис. 1.

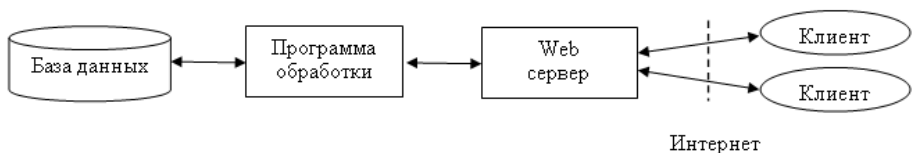


Рис. 1 – Схема системы экспресс-обработки, работающей на стороне сервера

Основное программное обеспечение представляет собой CGI-приложение (CGI – Common Gateway Interface, общий интерфейс шлюза), написанное на языке C++ с использованием фреймворка Qt. Программа запускается по запросу клиента и формирует содержание web-страницы.

В качестве СУБД, которая используется в системе экспресс-обработки данных ИР, была выбрана свободно распространяемая объектно-реляционная СУБД PostgreSQL, являющаяся реальной альтернативой коммерческой базе данных. Преимущества PostgreSQL: надёжность и устойчивость на больших нагрузках, кросс-платформленность, высокий уровень соответствия ISO/ANSI, интерфейс C++, расширяемость, высокое быстродействие, поддержка БД практически неограниченного размера.

В качестве web-сервера был выбран Apache, основными достоинствами которого считаются высокая надёжность и гибкость конфигурации.

### **Работа с системой экспресс-обработки, расположенной на сервере.**

При обработке данных ИР на стороне сервера с использованием вышеописанного программного обеспечения пользователь имеет возможность получать результаты как в табличном (CSV – Comma-Separated Values – значения, разделённые запятой), так и в графическом формате (PNG – Portable Network Graphics – растровый формат хранения графической информации, использующий сжатие без потерь).

Главная страница (рис. 2), к которой обращается пользователь, представляет собой CGI-приложение, где формируется динамическая таблица с датами измерений, данные которых присутствуют в БД, и подготавливает универсальный указатель ресурса (URL – Uniform Resource Locator) для работы основного CGI-приложения экспресс-обработки данных радара ИР.

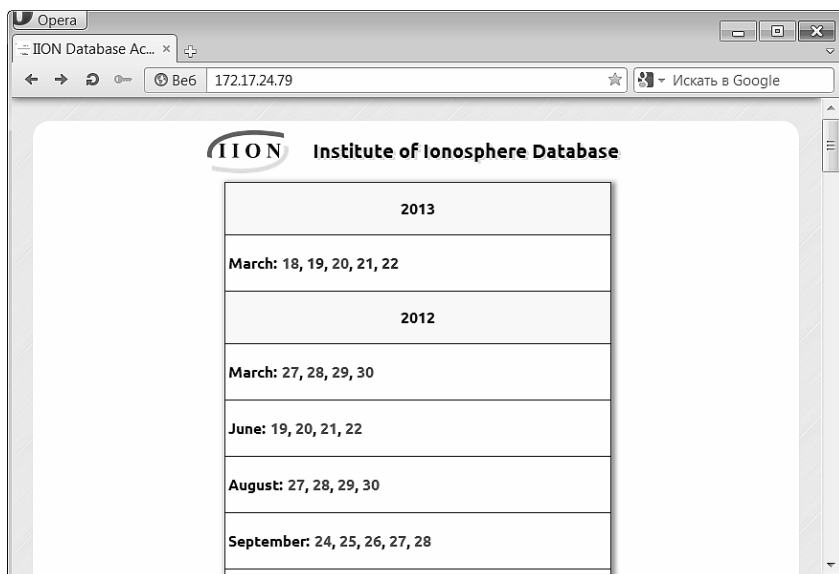


Рис. 2 – Главная страница доступа к БД

Таким образом, даты на главной странице являются ссылками, переход по которым вызывает запуск основного приложения экспресс-обработки. В настоящее время в БД Института ионосферы находятся данные, полученные на многоканальном корреляторе [4] в 2006–2013 гг.

**Этапы экспресс-обработки.** Обработка данных радара НР выполняется в несколько этапов:

- обработка данных пользователя и формирование запроса (на языке SQL) к БД;
- запрос к БД и получение данных;
- автоматическая фильтрация когерентных помех, присутствующих в данных, по методикам, описанным в [5–7];
- расчёт автокорреляционных функций (АКФ) шума и получение АКФ НР сигнала;
- поиск максимума сечения рассеяния и получение отношения сигнал/шум  $q$ ;
- поиск области, в которой результатам обработки из-за малого отношения сигнал/шум доверять нельзя (в которой  $q < 0,1$ );
- пространственная коррекция данных путём перемещения их с нижних высот [8];
- решение обратной радиофизической задачи на высоте 300 км (в кислородном приближении);
- сохранение результатов на диске и их визуализация – построение графиков суточных вариаций оценок мощности шумов, оценки отношения сигнал/шум в максимуме области  $F_2$  и высоты этого максимума, температур ионов и электронов, области, в которой  $q < 0,1$  (см. рис. 3);
- формирование web-страницы (которая, как и главная страница, соответствует стандарту HTML5 [9–10]).

**Оптимизация системы экспресс-обработки.** Так как основной задачей системы экспресс-обработки является оценка объёма и качества данных НР (т.е. не предъявляются серьёзные требования к точности результатов), а время выполнения обработки является критичным, то в процессе разработки программы производилась оценка времени выполнения основных этапов и оптимизация узких мест программы [11]. В частности, фильтрация помех осуществляется в нескольких потоках, а расчёт температур частиц плазмы производится с использованием рассчитанной заранее библиотеки теоретических АКФ НР сигнала, в которой учтены аппаратные особенности радара.

**Выводы.** Разрабатываемая в Институте ионосферы система экспресс-обработки данных радара НР, работающая на удалённом сервере, позволяет получать оценки ряда параметров ионосферы, по которым можно судить о качестве данных радара и пригодности их для более детального анализа с помощью пакета программ UPRISE [12].

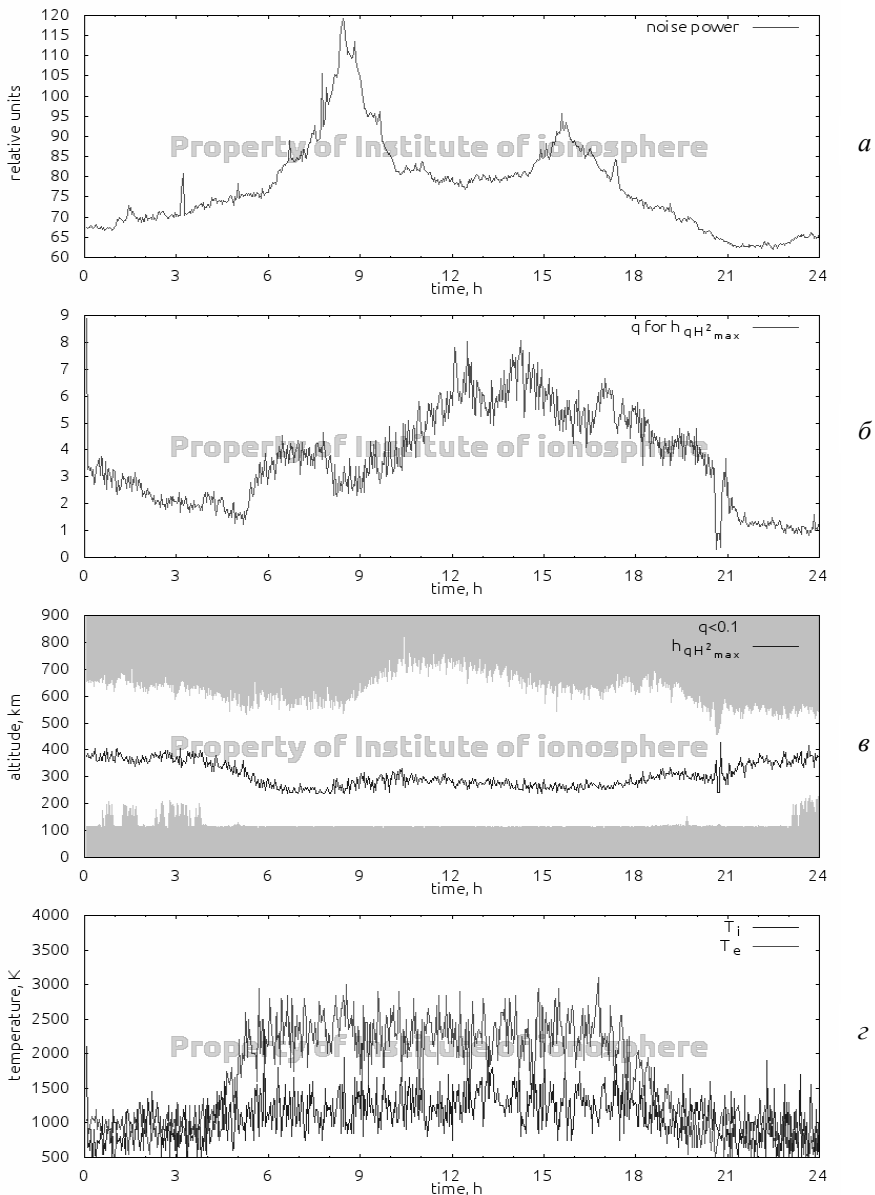


Рис. 3 – Суточные вариации параметров ионосферы для 21.03.2013 г.: *a* – мощность шумов; *б* – отношение сигнал/шум в максимуме области F2 ионосферы, *в* – высота максимума области F2 ионосферы, *г* – температуры ионов и электронов на высоте 300 км

В целом, система экспресс-обработки данных НР, работающая на стороне сервера, является логичным шагом, направленным на повышение удобства пользователей и улучшения качества обработки ионосферной информации.

**Список литературы:** 1. *Богомаз А.В.* Преимущества обработки данных радаров НР на удалённом сервере / *А.В. Богомаз, А.Е. Мирошников* // Актуальные проблемы автоматизации и приборостроения Украины: материалы Науч.-техн. конфер. студентов, аспирантов и молодых ученых, 24–25 дек. 2012 г. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2012. – С. 27–28. 2. *Богомаз А.В.* Этапы обработки данных радаров некогерентного рассеяния / *Богомаз А.В.* // Конференция молодых учёных “Дистанционное радиозондирование ионосферы (ИОН-2012)” (Харьков, Украина, 18 – 20 апреля 2012 г.). – Сборник тезисов. – 2012. – С. 7. 3. *Miroshnikov A.E.* Incoherent scatter radar data processing on a remote server [Электронный ресурс] / *А. Е. Miroshnikov, О. V. Bogomaz* // 12th Kharkiv Young Scientists Conference on Radiophysics, Electronics, Photonics and Biophysics. – Kharkiv. – 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). 4. *Лысенко В.Н.* Корреляционная обработка сигнала некогерентного рассеяния // *В.Н. Лысенко, А.Ф. Кононенко, Ю.В. Черняк* / Вестник НТУ «ХПИ». Сборник научных трудов, тематический выпуск «Радиофизика и ионосфера». – №23. – 2004. – С. 49–62. 5. *Богомаз А.В.* Оптимизация параметров фильтрации когерентных помех при анализе данных некогерентного рассеяния / *А.В. Богомаз* // Сучасні проблеми радіотехніки та телекомунікацій «РТ-2011»: Матеріали 7-ої міжнародної молодіжної науково-технічної конференції, Севастополь 11 – 15 квітня 2011 р. / Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України, Севастопольський національний технічний університет – Севастополь: СевНТУ. – 2011. – С. 315. 6. *Богомаз А.В.* Идентификация когерентных отражений градиентным методом / *А.В. Богомаз, М.Н. Сюсюк* // Конференция молодых учёных «Дистанционное радиозондирование ионосферы (ИОН-2012)» (Харьков, Украина, 18–20 апреля 2012 г.). Сборник тезисов. – 2012. – С. 15. 7. *Панасенко С.В.* Фильтрация временных вариаций мощности некогерентно рассеянного сигнала при наличии нерегулярных помех и сбоев аппаратуры / *С.В. Панасенко* // Вестник НТУ «ХПИ». Радиофизика и ионосфера. – Харьков. – 2011. – № 44. – С. 40–44. 8. *Богомаз А.В.* Пространственная коррекция данных радаров некогерентного рассеяния / *А.В. Богомаз, Д.В. Котов, М.Н. Сюсюк* // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». Серия: «Радиофизика и ионосфера». – 2012. – № 57 (963). – С. 35–42. 9. W3C HTML5. – <http://www.w3.org/TR/html5/> – 10.04.2013. 10. W3C Markup Validation Service – <http://validator.w3.org/> – 10.04.2013. 11. *Богомаз О.В.* Оптимізація процесу оцінювання параметрів іоносферної плазми у системі обробки даних радару некогерентного розсіяння / *О.В. Богомаз* // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. Тези доповідей ХХ міжнародної науково-практичної конференції (15–17 травня 2012 р., Харків). Секція 17. Навколосезний космічний простір. Радиофизика та іоносфера – Харків: НТУ «ХПИ». – 2012. – С. 205. 12. *Богомаз А.В., Котов Д.В.* Пакет программ нового поколения для обработки данных радаров некогерентного рассеяния Unified Processing of the Results of Incoherent Scatter Experiments (UPRISE) / *А.В. Богомаз, Д.В. Котов* // (см. статью в этом сборнике).

*Поступила в редколлегию 10.04.2013*