

УДК 621.039.9

## СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ЗА СБОРОМ И ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ В ЦЕНТРЕ ДАННЫХ ИГИ НЯЦ РК

Комаров И.И., Гордиенко Д.Д., Кунаков А.В.

*Институт геофизических исследований НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан*

В центре данных Института геофизических исследований НЯЦ РК создана и успешно функционирует автоматизированная система сбора и передачи сейсмоакустических данных в режиме реального времени, контроля качества и объёма поступающей информации, а также контроля состояния системы и каналов связи. Статистические сведения о работе системы накапливаются в созданной базе данных. Оперативная информация о состоянии системы отображается на Web-сайте Центра

### ВВЕДЕНИЕ

С 1994 г. на территории Казахстана создается сеть станций Национального ядерного центра РК [1], основными задачами которой являются обнаружение, локализация и идентификация сейсмических событий, прежде всего, несанкционированных ядерных взрывов. В 1999 г. для осуществления сбора, хранения и обработки информации, поступающей со станций сети НЯЦ РК, создан Центр обработки специальной сейсмической информации (ЦСОССИ). Центр связан с наблюдательными станциями системой спутниковых и радиотелеметрических каналов, с помощью которых осуществляется непрерывный сбор данных и их передача в другие организации мира. Система наблюдений НЯЦ РК является составной частью Международной системы мониторинга по Договору о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ), которая предъявляет жесткие требования к количеству и качеству посту-

пающей информации. Центр несет ответственность за полноту и качество поступающей информации, своевременность передачи данных в Международный и национальные центры данных, в связи с чем, возникла необходимость в организации постоянного контроля за всеми узлами регистрации, связи, а также за объемом и качеством поступающих данных. С учетом этого, в 2002-2003 гг. создана централизованная система контроля, организации которой посвящена настоящая статья.

### КОНТРОЛЬ СИСТЕМ РЕГИСТРАЦИИ И КАНАЛОВ СВЯЗИ

На рисунке 1 приведена схема сбора и передачи данных в ЦСОССИ. Как видно, использованы различные телекоммуникационные решения для системы сбора и передачи информации, такие как радиотелеметрия, спутниковые каналы связи, интернет.

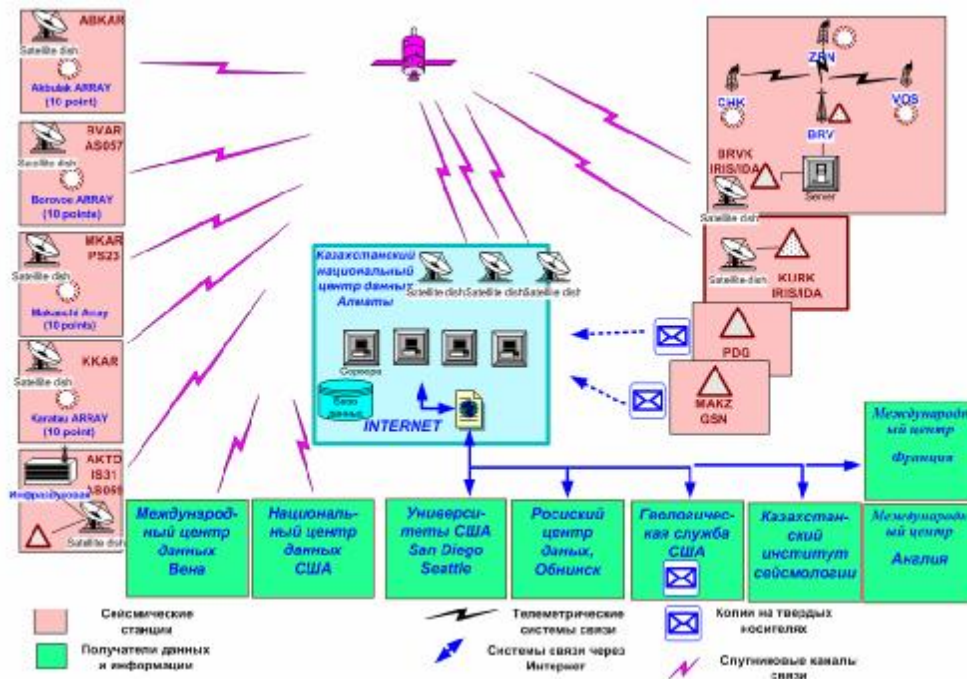


Рисунок 1. Схема коммуникационной системы ЦСОССИ

В ЦСОССИ поступают данные с 11 наблюдательных станций сети (около 70 каналов), в том числе с 7 сейсмических групп. Объем поступающей информации в режиме реального времени составляет около 800 Мбайт в день (рисунок 2).



Рисунок 2. Объем поступающей информации в режиме реального времени

Для контроля работоспособности регистрирующих систем, каналов связи, поступления данных в режиме реального времени создана централизованная система мониторинга, которая помогает операторам в круглосуточном режиме отслеживать и локализовать различные сбои в работе системы.

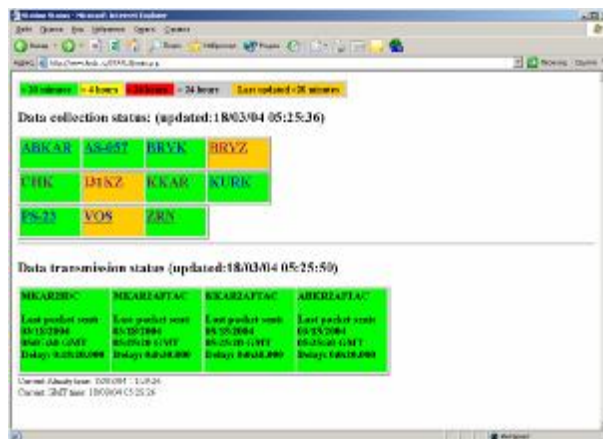
Реализованы следующие возможности централизованного контроля работоспособности системы:

- Визуальный контроль.
- Звуковое оповещение.
- Слежение за объемом поступающих данных.
- Отображение результатов контроля.

Отображение результатов контроля за состоянием системы и поступлением данных осуществляется на Web-сайте ЦСОССИ. Реализован интерфейс к Web-сайту, обеспечивающий доступ к базе данных о состоянии системы и поступлении данных. Для этих целей разработана и создана реляционная база данных в формате InterBase, включающая статистику работы каналов и объем поступающих данных. В базе данных хранится два вида информации: о количестве данных (в процентах), поступающих в ЦСОССИ, и о времени и длительности отсутствия данных по каждому каналу всех сейсмических станций, работающих в режиме реального времени. Для удовлетворения современным требованиям хранения больших объемов данных и оперативного доступа к ним, а также для их целостности в последнее время создаются серверы баз данных, построенные по технологии «клиент-сервер». По определению, серверы баз данных предназначены для организации и управления данными, а также поддержания базы данных в целостном состоянии. Такая технология, как нельзя лучше, подходит для хранения данных сейсмических событий разной степени оперативности.

### КОНТРОЛЬ ПОСТУПЛЕНИЯ ДАННЫХ

Визуальный контроль состоит в постоянном цветовом отображении состояния поступления и отправки данных сети станций НЯЦ РК в режиме реального времени заинтересованным пользователям (рисунок 3).



Цвета: зеленый – последний пакет получен (отослан) в течение последних 20 мин; желтый - последний пакет получен (отослан) 20 мин – 4 ч назад; красный - последний пакет получен (отослан) 4 – 24 ч назад; серый - последний пакет получен (отослан) более 24 ч назад; оранжевый – база данных не обновлялась по каким-либо причинам в течение более чем 20 мин.

Рисунок 3. Контроль времени получения (со станций) и отправки (в другие центры) поступающих пакетов данных

Визуальное наблюдение за приходом данных в режиме реального времени позволяет определить наличие или отсутствие данных по какому-либо каналу, отставание данных и т. д. (рисунок 4). Наконец, обеспечена возможность слежения за работой спутниковых каналов: при наличии связи кнопка с названием станции - зеленая, при отсутствии связи - красная (рисунок 5). Звуковое оповещение для операторов ЦСОССИ организовано таким образом, что при отсутствии данных с определенной станции или при отсутствии канала связи подается голосовое сообщение.

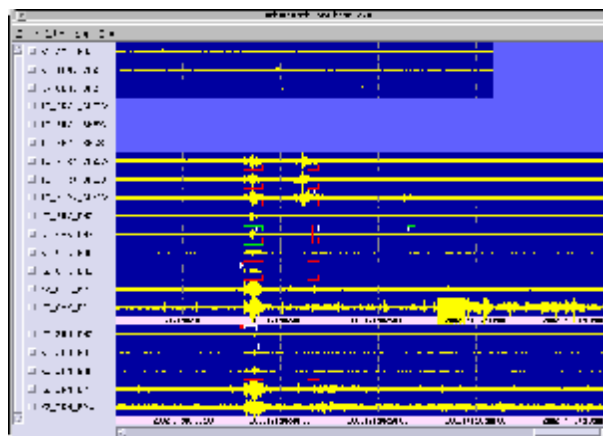


Рисунок 4. Контроль за поступлением данных

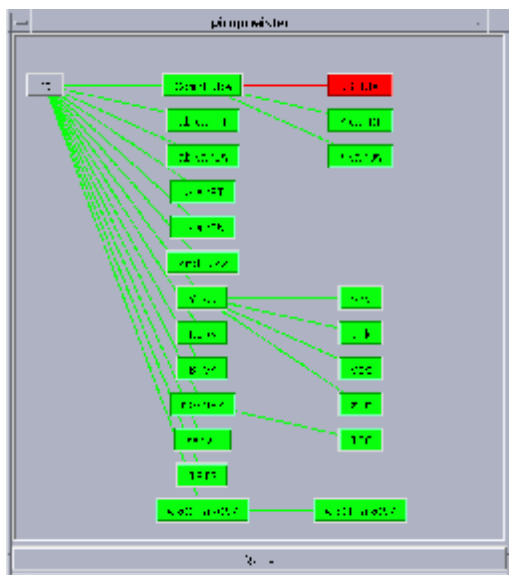


Рисунок 5. Контроль за работой спутниковых каналов

Слежение за объемом поступающих данных осуществляется систематически путем расчета статистики. Определяется относительное количество данных, пришедших в ЦСОССИ. Подготовлены и функционируют два комплекса программ - по оперативному и

окончательному расчету статистики поступивших данных. Оперативный расчет производится по данным, поступившим за текущие сутки. В нем не учитываются данные, которые дозаписываются (например, из-за перерыва в работе канала связи). Результаты расчетов поступают по электронной почте специальным подписчикам – ответственным сотрудникам Центров. В расчетах отражена статистика объемов поступившей информации, а также время начала и конца перерывов в поступлении данных. Пример рассылаемой информации оперативного контроля за сутки приведен в таблице 1.

Окончательный расчет статистики производится за шесть предыдущих дней. Если по каким-либо причинам имел место перерыв в приеме данных и данные поступили, но с опозданием, это будет учтено в расчетах. По результатам формируется файл, содержащий сведения (в процентах) о работе за сутки станции и канала. Для определения времени начала и конца перерывов в поступлении данных (если такие произошли) имеется специальная программа. Результатом работы этой программы является таблица интервалов времени, в течение которых данные отсутствовали (таблица 2).

Таблица 1. Фрагмент таблицы с информацией, поступившей в ЦСОССИ за сутки

Станция	Канал	Кол-во сегментов	Дата начала сегмента	Время начала сегмента	Дата конца сегмента	Время конца сегмента	Кол-во данных
AB08	sz	18	03/17	00:00:00.000	03/17	23:59:59.975	100.00%
AB09	sz	18	03/17	00:00:00.000	03/17	23:59:59.975	100.00%
AB31	be	18	03/17	00:00:00.000	03/17	23:59:59.975	100.00%
	bn	18	03/17	00:00:00.000	03/17	23:59:59.975	100.00%
	bz	18	03/17	00:00:00.000	03/17	23:59:59.975	100.00%
BRVK	be	6	03/17	00:00:00.005	03/17	23:59:59.990	100.00%
	bn	6	03/17	00:00:00.005	03/17	23:59:59.990	100.00%
	bz	6	03/17	00:00:00.005	03/17	23:59:59.990	100.00%
BVA0	be	1	03/17	00:00:00.013	03/17	23:59:49.988	100.00%
	bn	1	03/17	00:00:00.013	03/17	23:59:49.988	100.00%
	bz	1	03/17	00:00:00.013	03/17	23:59:49.988	100.00%
BVA1	sz	1	03/17	00:00:00.013	03/17	23:59:49.988	100.00%
BVA2	sz	1	03/17	00:00:00.013	03/17	23:59:49.988	100.00%
BVA3	sz	1	03/17	00:00:00.013	03/17	23:59:49.988	100.00%
BVA4	sz	1	03/17	00:00:00.013	03/17	23:59:49.988	100.00%
BVA5	sz	1	03/17	00:00:00.013	03/17	23:59:49.988	100.00%
BVA6	sz	1	03/17	00:00:00.013	03/17	23:59:49.988	100.00%
BVA7	sz	1	03/17	00:00:00.013	03/17	23:59:49.988	100.00%
BVA8	sz	1	03/17	00:00:00.013	03/17	23:59:49.988	100.00%

Таблица 2. Фрагмент таблицы с интервалами отсутствия данных

Станция	Канал	Дата начала сегмента	Время начала сегмента	Время конца сегмента	Длительность сегмента
МК31	be	03/14/2003 00:00:00	07:59:40.000	08:00:00.000	20
МК32	se	03/14/2003 00:00:00	07:59:40.000	08:00:00.000	20
МК31	bn	03/14/2003 00:00:00	07:59:40.000	08:00:00.000	20
МК32	sn	03/14/2003 00:00:00	07:59:40.000	08:00:00.000	20
МК31	bz	03/14/2003 00:00:00	07:59:40.000	08:00:00.000	20
МК01	sz	03/14/2003 00:00:00	07:59:40.000	08:00:00.000	20
МК02	sz	03/14/2003 00:00:00	07:59:40.000	08:00:00.000	20
МК32	sz	03/14/2003 00:00:00	07:59:40.000	08:00:00.000	20

Аналогичным образом формируются файлы с объемом поступивших данных от каждой станции НЯЦ РК. По истечении месяца на основании файлов с данными за сутки формируется итоговый отчет о работе станций и каналов за месяц. В качестве примера в таблице 3 приведены сводные статистические данные о работе станции PS23-Маканчи за март месяц 2003 г.

Таблица 3. Объем данных, поступивших в ЦСОССИ за март месяц 2003 г. от станции PS23-Маканчи

Канал	%	Канал	%	Канал	%
МК01	98,46	МК02	97,92	МК03	97,91
МК04	90,76	МК05	98,45	МК06	97,94
МК07	97,33	МК08	97,73	МК09	97,96
M31e	96,99	M31n	96,99	M31z	96,99
M32e	99,69	M32n	99,69	M32z	99,69

Для слежения за работой каналов связи каждые 10 мин из ЦСОССИ производится опрос основных компьютеров сейсмических станций, на которых собираются и с которых передаются данные. О случаях перебоя в работе канала связи оператор информируется по электронной почте или звуковым сигналом. Пример сообщения о перебоях в работе канала связи приведен в таблице 4.

Кроме оперативного и окончательного расчетов статистик по данным, поступившим в ЦСОССИ, имеется возможность сравнить их со сведениями,

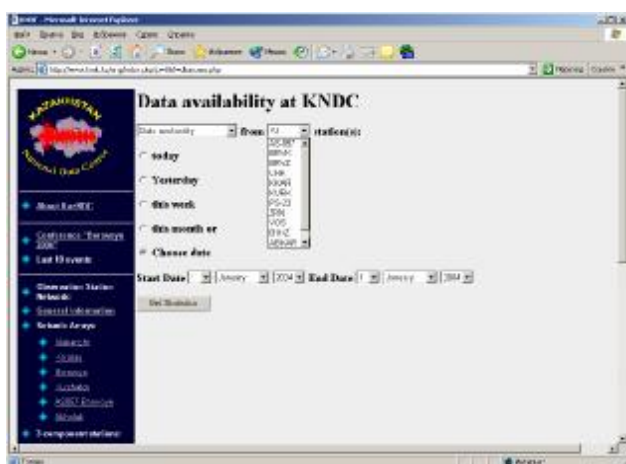
переданными в Национальный центр данных США и Международный центр данных (Вена).

Для удобства пользователей, особенно удаленных от ЦСОССИ, реализован интерфейс доступа к результатам мониторинга состояния станций и поступления данных в ЦСОССИ через Web-сайт ([www.kndc.kz](http://www.kndc.kz)). На первой странице навигационной панели (в русской и английской версиях) имеются две ссылки. Первая из них - «Статистика поступления данных», направляет пользователя к странице, на которой можно сформировать запрос к базе данных (рисунок 7) и получить необходимый ответ (рисунок 8). Вторая ссылка - «Задержка поступления данных» открывает окно, в котором отображается время поступления последнего пакета данных и время отсылки последнего пакета в другие Центры данных. Цветовая кодировка, как показано на рисунке 3, информирует о временном режиме посылки (получения) последнего пакета данных. Частота обновления информации на Web-сайте составляет 12 ч.

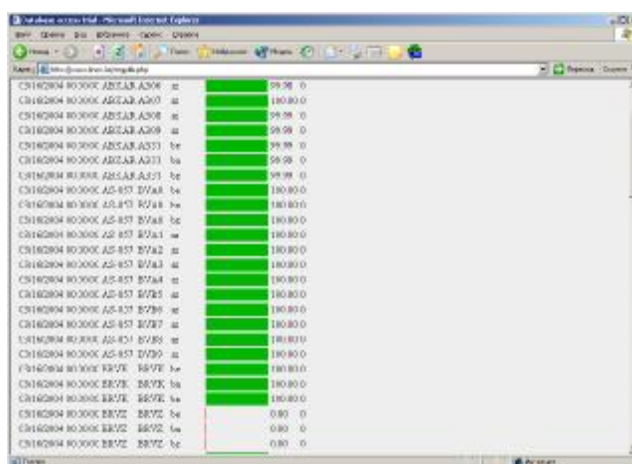
Созданный инструмент весьма полезен, поскольку позволяет оперативно, на удалении получать информацию о поступлении и пересылке пакетов данных. Так как доступ к данным происходит через Web - сервер, то информацию можно получать при помощи любого браузера с любого компьютера, независимо от того, под управлением какой операционной системы он работает.

Таблица 4. Сообщение об отсутствии связи по каналу

Имя станции	Дата	Имя станции	Дата
NO_KURK	04/15/03 03:43:58	NO_MkarRT	04/15/03 18:47:52
NO_MkarRT	04/15/03 18:25:52	NO_CHK	04/15/03 19:11:52
NO_MkarOW	04/15/03 18:25:52	NO_CHK	04/15/03 20:47:52



а



б

Рисунок 6. Страница запроса (а) и пример ответа на запрос (б) о поступлении данных в ЦСОССИ

**КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ДАННЫХ**

Кроме контроля за поступлением данных мониторинга и за работой каналов связи, в ЦСОССИ контролируется качество поступающих данных. Поскольку качество данных в значительной мере зависит от характеристик приборов, одной из ос-

новых реализованных функций системы является дистанционная калибровка и учет характеристик приборов [2]. Цель калибровок - получение зависимостей характеристик сигнала от параметров реального движения почвы в месте установки сейсмического датчика для разных частот. Результатом

анализа калибровочных зависимостей являются динамические характеристики сигналов, период собственных колебаний сейсмометра и его затухание, а также оценка состояния других элементов станции (калибровочного модуля, дигитайзера, питания станции и др.).

Калибровки проводятся дистанционно – с терминала рабочей станции на центральном пункте сбора информации. Команда через дигитайзер посылается на сейсмометр. На рабочем месте оператора отображается графическая интерпретация результатов калибровки. После анализа и, при необходимости, изменения параметров сейсмометра калибровка может быть повторена. Результат сохраняется для дальнейшего анализа.

К основным типам калибровок, применяемым для станций, входящих в международную систему мониторинга, относятся:

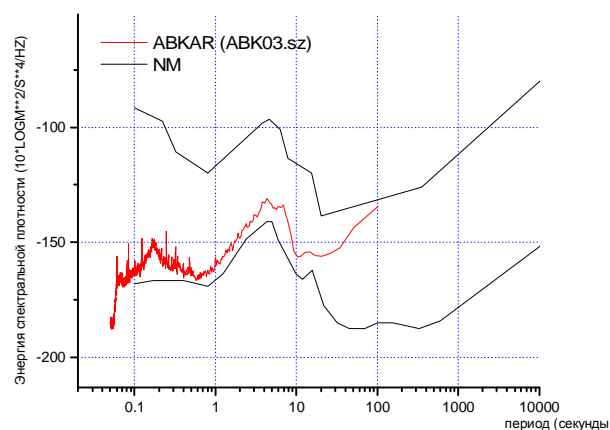
- псевдослучайная двоичная калибровка (Random Binary Calibration), обеспечивающая получение амплитудно-частотной и фазовой характеристик прибора, а также контроль за их изменением (применяется только для калибровки сейсмических групп);
- синусоидальная калибровка (Sine calibration), используемая для контроля подвесной системы прибора;
- калибровка импульсом (Pulse calibration), используемая для определения и корректировки полярности прибора [3].

Калибровки позволяют поддерживать соблюдение требований, предъявляемых Международной системой мониторинга к характеристикам приборов, установленных на станциях. Так, например, для каждого короткопериодного элемента значение амплитуды на частоте 1 Гц должно равняться 0 дБ и не должно отличаться более, чем на 5% от среднего значения, полученного при калибровке всех остальных короткопериодных элементов. Значение фазы для каждого короткопериодного элемента должно равняться 90 град на частоте 1 Гц и не должно отличаться более, чем на 5% от среднего значения, полученного при калибровке всех остальных короткопериодных элементов.

Плановые калибровки станций сети НЯЦ РК проводятся из ЦСОССИ систематически, в соответствии с разрабатываемыми графиками. В случае замены аппаратуры проводятся внеочередные калибровки. Результаты калибровок заносятся в базу данных и используются при обработке данных сейсмического мониторинга.

Другим методом контроля качества состояния аппаратуры является систематический анализ параметров сейсмического шума каждой из станций, входящих в сеть НЯЦ РК. Предварительно были

специально исследованы динамические параметры шума за определенные промежутки времени, его вариации за сутки и по временам года. Тем самым создана возможность сравнивать текущие оценки шума с их долговременными средними характеристиками и контролировать работу оборудования. На рисунке 8 приведен пример рассчитанной кривой спектральной плотности шума по новой станции Акбулак (Западный Казахстан).



NM - границы нижнеуровневой и верхнеуровневой моделей шума [4].

Рисунок 8. Спектральная плотность шума. Станция Акбулак (ABKAR)

#### УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

С октября 2002 г. в ЦСОССИ организовано круглосуточное дежурство операторов для проведения контроля за работой аппаратуры на станциях сети мониторинга, каналов связи, а также для оперативного устранения неисправностей. Разработаны инструкции для операторов с описанием действий при возникновении нестандартных ситуаций, составлен список ответственных лиц, с которыми необходимо связываться в этих случаях. При невозможности дистанционно из ЦСОССИ устранить неисправность на место выезжает полевой инженер.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В центре данных Института геофизических исследований НЯЦ РК разработано программное обеспечение, создана технология контроля за работой системы сейсмического мониторинга, которая распространяется на процедуры от получения данных на наблюдательной станции до отражения их на Web-сайте. Автоматизированная система реализована полностью и успешно действует в производственном режиме. Одновременно ведутся работы по ее дальнейшему усовершенствованию, прежде всего, для концентрации всех функций контроля на мониторе дежурного оператора.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Беляшова Н.Н., Малахова М.Н. Сейсмологическая сеть Национального ядерного центра Республики Казахстан как составная часть международной системы мониторинга ядерных испытаний/Геофизика и проблемы нераспространения/Вестник НЯЦ РК. – Курчатов: НЯЦ РК, 2000. - С. 13 - 16.
2. Аппаратура и методика сейсмологических наблюдений в СССР. - Л.: Наука, 1986.
3. TI 2S-ISA/MKAR-1. 31\01\2002-01-31
4. J. Peterson Observations and modeling of seismic background noise, U.S. Geological Survey Open-File Report 93 -322, 1993. – 42 p.

**ҚР ҰЯО ГЗИ ДЕРЕКТЕР ОРТАЛЫҒЫНДА ДЕРЕКТЕР ЖИНАУ  
ЖӘНЕ ЖІБЕРУ БАҚЫЛАУЫНЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІ**

**Комаров И.И., Гордиенко Д.Д., Кунаков А.В.**

*ҚР ҰЯО Геофизикалық зерттеулер институты, Курчатов, Қазақстан*

ҚР ҰЯО ГЗИ деректер орталығында нақты уақыт режимінде сейсмоакустикалық деректерін жинау және жіберуінің, сондай-ақ түсетін ақпаратының сапасы мен көлемін, жүйе және байланыс арналарының күйін бақылайтын автоматикалық жүйесі жасалып табысты іс-қимылда. Жүйе жұмысы туралы статистикалық мағлұматтары жасалған деректер базасында жиналады. Жүйенің оперативтік күйі туралы ақпараты орталықтың Web-сайтында көрсетіледі.

**SYSTEM OF AUTOMATIC CONTROL OVER DATA ACQUISITION  
AND TRANSMISSION TO IGR NNC RK DATA CENTER**

**I.I. Komarov, D.D. Gordienko, A.V. Kunakov**

*Institute of Geophysical Researches, NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan*

Automated system for seismic and acoustic data acquisition and transmission in real time was established in Data Center IGR NNC RK, which functions very successively. The system monitors quality and volume of acquired information and also controls the status of the system and communication channels. Statistical data on system operation are accumulated in created database. Information on system status is reflected on the Center Web page.