

УДК 004.42:654.165

© А.В. Макеев, И.И. Малышев, И.С. Веретенников

**А.В. Макеев, И.И. Малышев, И.С. Веретенников**

# МОНИТОРИНГ ЗОН ПОКРЫТИЯ СОТОВЫХ ОПЕРАТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

На протяжении 2014-2015 годов в Югорском НИИ информационных технологий (ЮНИИ ИТ) ведется работа по оперативному мониторингу зон покрытия сотовых операторов с использованием систем глобального позиционирования с созданием комплекта аппаратуры (КА) сбора GSM данных.

Цель выполнения работы – разработка системы для определения наличия и уровней сигналов GSM в зоне покрытия операторами сотовой связи.

Актуальность данной работы заключается в том, что в условиях Крайнего Севера важно знать качество функционирования подвижной радиотелефонной связи на всем протяжении автомобильных дорог федерального, регионального и межмуниципального значения. Это необходимо для обеспечения безопасности перевозки пассажиров (к примеру, связь с экстренными службами), а также в целях комплексного освоения и развития территорий РФ.

В 2014 году сотрудниками ЮНИИ ИТ разработаны:

- опытный образец КА и приложение сбора GSM данных;
- веб-сервис импорта данных и подсистема хранения данных;
- сервис геообработки (GP сервис), строящий карты зон покрытия сотовых операторов, позволяющих отслеживать состояние сети сотовой связи на основании сигнала, измеренного КА сбора GSM данных.

По состоянию на март 2015 года структура системы мониторинга зон покрытия сотовых операторов состоит из мобильной лаборатории, веб-сервера, СУБД и геосерверной части (рис. 1).

Мобильная лаборатория состоит из:

- ПК на котором устанавливается универсальное ПО сбора GSM данных;

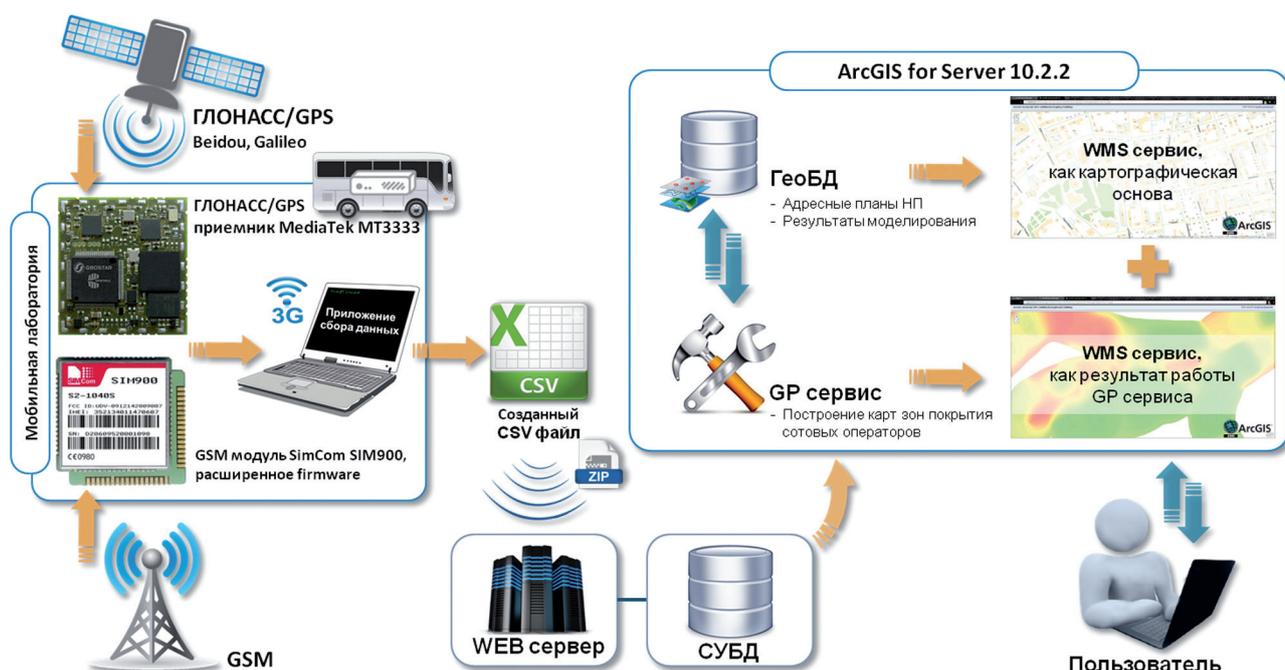


Рис. 1. Структура системы 2014 года

– к ПК подсоединен USB HUB (концентратор), к которому подсоединены GSM модуль SimCom SIM900, получающий уровень сигнала со всех ближайших GSM станций [1], и GPS модуль. Используемый в GPS модуле чип MTK МК3333 позволяет принимать сигнал с российских спутников ГЛОНАСС [2].

Полученные с помощью мобильной лаборатории результаты измерений обрабатываются и записываются в CSV файл. После этого разработанный веб-сервис получает заархивированные CSV файлы с результатами измерений в режиме онлайн. Полученные файлы разархивируются и обрабатываются. После обработки результаты измерений сохраняются в базе данных на SQL сервере.

Геосерверная часть системы мониторинга зон покрытия сотовых операторов представляет собой GP сервис, работающий на базе ESRI ArcGIS for Server 10.2.2 и строящий карты зон покрытия сотовых операторов, позволяющий отслеживать состояние сети сотовой связи на основании сигнала, измеренного КА сбора GSM данных. Результаты работы публикуются в виде картографических сервисов (WMS) на ArcGIS сервере.

На рис. 2 изображены графические интерфейсы разработанных в 2014 году приложений сбора GSM данных и GP сервиса.

Стоит отметить, что при использовании GP сервисов отсутствует необходимость в установке специального программного обеспечения ArcGIS на клиентские ПК для доступа к результатам моделирования сервиса, так как пользователь может получать

доступ к сервисам через веб-клиенты. Добавление GP сервиса в веб-клиент осуществляется путем предоставления конечной точки REST сервиса. С помощью URL-адреса REST можно использовать GP сервис в ArcGIS for Desktop, ArcGIS Viewer for Flex, а также в веб-приложениях, разработанных с помощью JavaScript, SilverLight или Flex.

В основе разработанного GP сервиса лежит модель – последовательность применения инструментов геообработки. Ключевым инструментом данной модели служит эмпирический байесовский кригинг (ЭБК), с помощью которого строится карта зон покрытия сотовых операторов (модуль Geostatistical Analyst ГИС ArcGIS for Desktop 10.2.2). В ЭБК преобразование входных точечных объектов с уровнями GSM сигнала осуществляется по методу мультипликативной асимметрии с эмпирической базовой функцией с круговым сглаживанием и радиусом в 350 метров (подразумевается, что в этом радиусе сигнал меняется незначительно).

ЭБК – метод геостатистической интерполяции, автоматизирующий наиболее трудоемкие аспекты построения корректной модели кригинга [3]. Другие методы кригинга в модуле Geostatistical Analyst требуют ручного изменения параметров для достижения точных результатов, а метод ЭБК автоматически вычисляет эти параметры путем разбиения данных на поднаборы и моделирования данных.

Инструмент ЭБК имеет следующие преимущества по сравнению с другими методами кригинга:

- требуется минимум интерактивного моделирования;

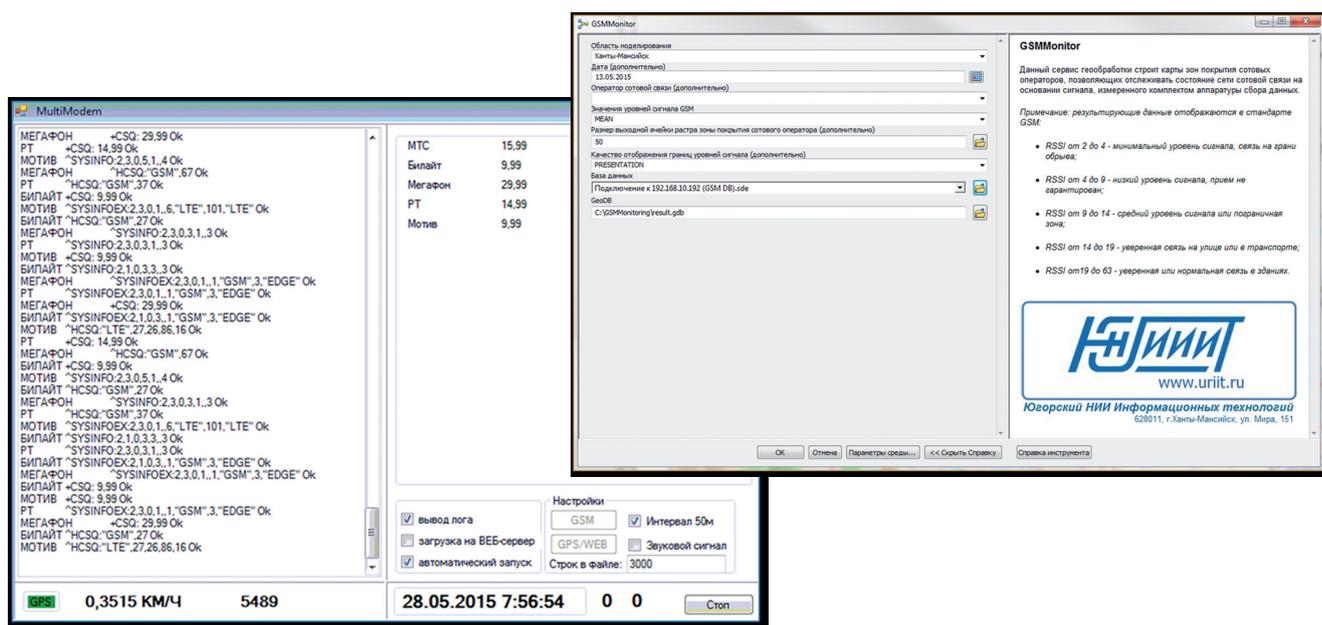


Рис. 2. Графические интерфейсы: приложение сбора GSM данных (слева) и GP сервис (справа)

- стандартные ошибки интерполяции меньше;
- возможность точной интерполяции умеренно нестационарных данных;
- более высокая точность для небольших наборов данных.

На рис. 3 отображена последовательность инструментов геообработки в GP сервисе.

В 2015 году планируется модернизация КА и приложения сбора GSM данных с целью разработки аппаратно-программного комплекса (АПК) GSM мониторинга, технологически пригодного для мелко-серийного производства (на базе микроконтроллера STM32). Помимо этого планируются (рис. 4):

- модернизация GP сервиса, строящего карты зон покрытия сотовых операторов, с целью переноса математических алгоритмов из ArcGIS в свободно распространяемое ГИС ПО (QGIS, с использованием инструментов геообработки SAGA GIS и GRASS GIS);
- разработка нового GP сервиса, позволяющего получать статистические данные о зонах покрытия (количественные данные о наличии сотовой связи на дорогах и в населенных пунктах) и грациям по технологиям оказания услуг сотовой связи (2G, 3G, 4G), а также формировать отчеты по собранной информации.

Помимо этого, во исполнение пп. «В» п. 5 поручения Президента РФ по итогам заседания президиума Государственного совета РФ 8 октября 2014 года об обеспечении бесперебойного функционирования подвижной радиотелефонной связи на всём протяжении автомобильных дорог [4], в 2015 году ЮНИИ ИТ запланировано мероприятие по мониторингу зон всех автомобильных дорог федерального, регионального и межмуниципального значения на территории Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) – Югры, не покрытых сотовой связью. На данный момент создана карта автомобильных дорог федерального, регионального и межмуниципального значения ХМАО – Югры и подготовлен план их объезда.

В целях обеспечения большей эффективности проведения мониторинга зон покрытия сотовой связью на автомобильных дорогах автономного округа был разработан второй опытный образец КА сбора данных, позволяющий получать более детальную информацию о состоянии сотовой связи (в частности, информацию по технологиям оказания услуг сотовой связи – 2G, 3G, 4G). Опытные образцы 2014 и 2015 годов представлены на рис. 5.

Главное отличие этих образцов: GSM модуль SimCom SIM900 заменен на пять 4G модемов с пятью разными SIM-картами соответствующих

операторов сотовой связи (РТ-мобайл, Мотив, Билайн, МТС, Мегафон). Также добавлен шестой 4G модем, необходимый для отправки данных мониторинга на веб-сервис в режиме онлайн.

В основе всех опытных образцов лежит полноценный ПК с установленной на нем ОС Windows, само устройство не располагает корпусом. Модемы подключены через USB кабели, что может привести к их отсоединению и потере данных. Устройство требует наличия оператора, знающего данное устройство, чтобы при необходимости устранить какую-либо проблему на месте, например заново перезапустить программу в случае ее непредвиденной ошибки.

Как уже говорилось ранее, в 2015 году будет реализовано корпусное решение АПК GSM мониторинга на базе микроконтроллера STM32. Данное устройство будет легко транспортироваться в автомобиле и не будет требовать наличие оператора (рис. 6).

Схема разрабатываемого АПК GSM мониторинга представлена на рис. 7.

В основе разрабатываемого АПК лежит микроконтроллер STM32. К нему подключаются GSM модуль SIM900, отвечающий за получение информации о мощности сигнала сотовых операторов, и приемник GPS/ГЛОНАСС, отвечающий за получение координат.

Полученную информацию хранит микроконтроллер STM32 и передает GPRS модулю SIM5320, для отправки информации на сервер.

Также на схеме видно, как схематично подключены устройства. Желтым цветом обозначен последовательный порт UART. Красным цветом – питание, черным – земля. Синим цветом обозначен коаксиальный кабель для подключения антенны к приемнику GPS/ГЛОНАСС.

В апреле 2015 года ЮНИИ ИТ проведены полевые испытания второго опытного образца КА сбора GSM данных. В ходе них был развернут КА в салоне транспортного средства, после чего сделан выезд по запланированному маршруту (улицы г. Ханты-Мансийска). Результаты измерений можно просмотреть на сайте ЮНИИ ИТ в разделе «Новости» или «Проекты» (рис. 8):

- <https://www.uriit.ru/news/tsentrom-kosmicheskikh-uslug-yugorskogo-nii-inform.html>;
- <https://www.uriit.ru/projects/gis-technology/vypolnenie-issledovatel'skoy-raboty-po-operativnomu/>.

Результирующие данные отображаются в виде градации уровня сигнала сотовой связи с базовой станцией [5]:

- RSSI от 0 до 1 – минимальный уровень сигнала, связь на грани обрыва;



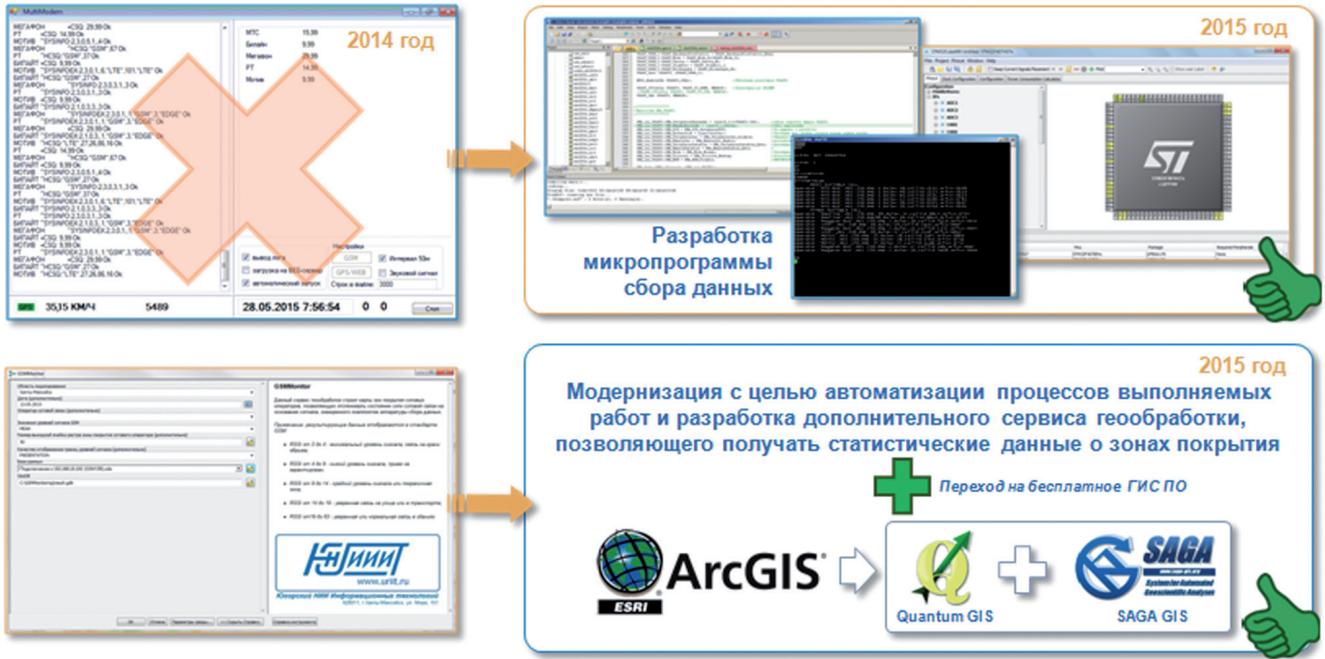


Рис. 4. Модернизация приложений разработанных в 2014 году



Рис. 5. Опытный образец КА сбора данных: 2014 года (слева), 2015 года (справа)



Рис. 6. Корпусное изделие АПК GSM мониторинга конца 2015 года на базе микроконтроллера STM32

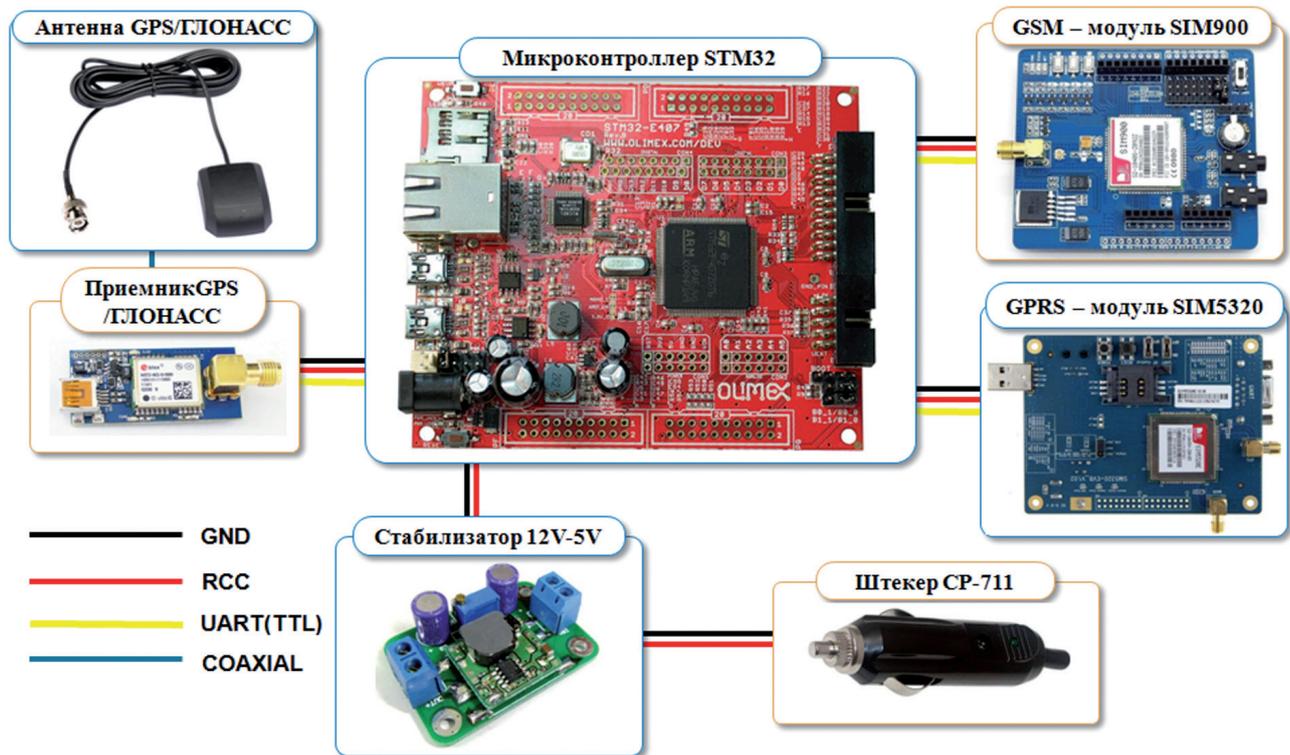


Рис. 7. Схема разрабатываемого АПК GSM мониторинга

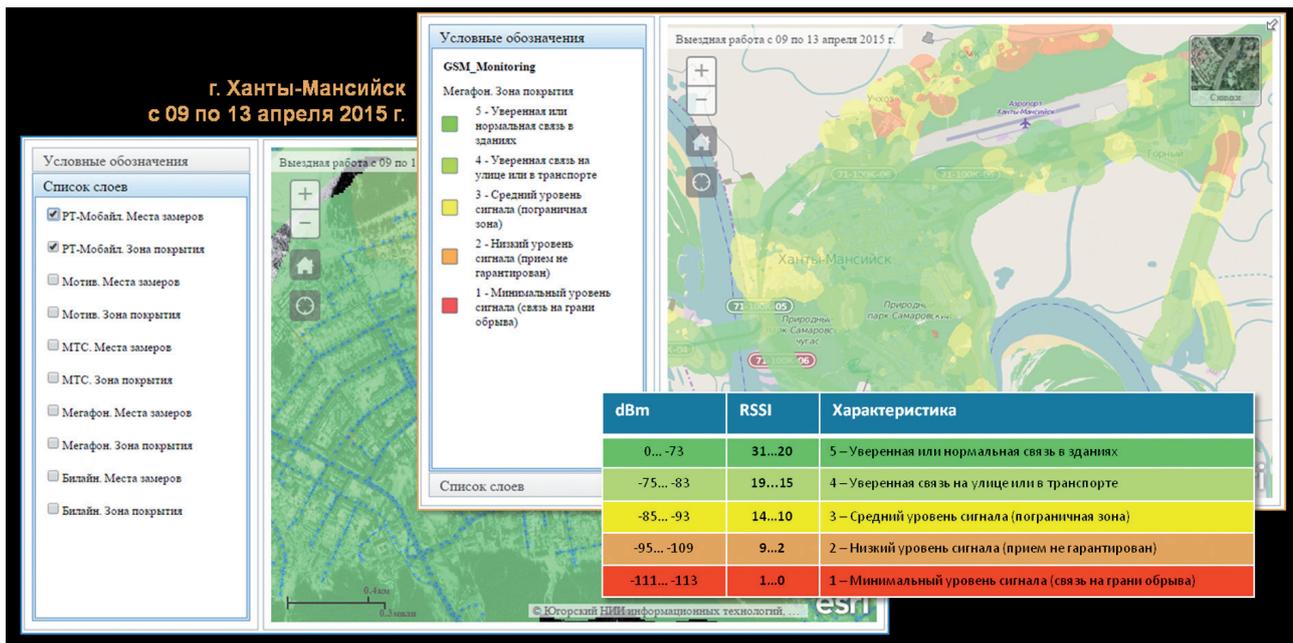


Рис. 8. Результаты выездной работы с 09 по 13 апреля 2015 г.

- RSSI от 2 до 9 – низкий уровень сигнала, прием не гарантирован;
- RSSI от 10 до 14 – средний уровень сигнала или пограничная зона;
- RSSI от 15 до 19 – уверенная связь на улице или в транспорте;
- RSSI от 19 до 31 – уверенная или нормальная связь в зданиях.

RSSI (Индикация уровня принимаемого сигнала) – полная мощность принимаемого сигнала, измеренная на приемнике. Обычно измеряется по логарифмической шкале в дБмВт (dBm, децибел относительно 1 милливатта), но разные производители могут использовать разную шкалу, которую можно перевести в значения дБмВт по известной формуле.

Во время проведения выездной работы сделан вывод, что разработанные опытные образцы КА и приложение сбора GSM данных полностью удовлетворяют поставленным требованиям в рамках государственного задания ЮНИИ ИТ. Помимо этого, успешное проведение тестирования разработанного GP сервиса позволило сделать вывод о том, что данный сервис также удовлетворяет поставленным требованиям и функционирует в полном объеме на сервере ArcGIS 10.2.2, а использование инструментов геообработки ГИС ArcGIS в его модели для

решения части задач позволило добиться достаточно высокого быстродействия данного сервиса.

Следует отметить, что все данные мониторинга, опубликованные в виде WMS сервисов на ArcGIS сервере, также доступны из Территориальной информационной системы Югры.

**Ключевые слова:** мониторинг, зона покрытия, сотовый оператор, система глобального позиционирования, сервис геообработки, уровень сигнала, картографический сервис.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. MT System. Электронные компоненты [Электронный ресурс] : сайт компании «MT-Систем». – URL: <http://mt-system.ru/> (дата обращения: 25.04.15).
2. Mediatek [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mediatek.com/> (дата обращения: 12.04.2015).
3. ArcGIS Resource Center [Электронный ресурс]. – URL: <http://resources.arcgis.com/en/home/> (дата обращения: 15.03.2015).
4. Сайт Президента России [Электронный ресурс]. – URL: <http://kremlin.ru/> (дата обращения: 12.04.2015).
5. HowardForums. Mobile Community [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.howardforums.com/content.php> (дата обращения: 11.03.2015).