

Телекоммуникационные системы и компьютерные сети

DOI: 10.5862/JCSTCS/2

УДК 004.77

*В.В. Глазунов, М.А. Курочкин, С.Г. Попов
Чунминг Ву, Леибо Лиу*

ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБЛАЧНЫМ СЕРВИСОМ ТЕЛЕМАТИЧЕСКОЙ КАРТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

*V.V. Glazunov, M.A. Kurochkin, S.G. Popov,
Chunming Wu, Leibo Liu*

MANAGEMENT TECHNOLOGY FOR THE CLOUD SERVICE OF THE TELEMATICS MAP IN THE INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEM

Непрерывный доступ к сервисам из подвижного транспортного средства повышает безопасность и обеспечивает экологичность функционирования транспортной инфраструктуры в условиях крупных агломераций. Качество предоставления таких сервисов определяется наличием двусторонней связи между транспортным средством (ТС) и стационарной высокопроизводительной вычислительной системой (СВВС). Отсутствие гарантированного уровня сигнала глобальных и локальных сетей требует новых подходов к решению проблемы обеспечения непрерывной передачи данных между транспортным средством и стационарной вычислительной системой в условиях высокой динамики сетей.

Перспективным направлением увеличения длительности устойчивой связи транспортного средства с СВВС является оперативное получение транспортным средством списка доступных сетей от внешнего источника. Таким источником становится телематическая карта – набор низкоуровневых методов, обеспечивающих формирование и управление списком сетей. Набор этих методов обеспечивает получение данных о телематической обстановке от мобильных транспортных средств, обобщение полученных данных по географическому и временному признаку, реализацию запросов ТС к данным обобщенной карты для планирования подключения к доступным телематическим ресурсам.

В статье рассмотрена новая технология формирования сетей передачи данных транспортных средств с использованием мультипротокольного узла и телематической карты. Основу технологии составляют процессы сбора данных о сетях на мультипротокольных узлах, передачи собранных данных в облачный сервис телематической карты, обобщения данных и выполнения запросов о доступных сетях в заданном регионе. Предложена полностью автоматическая технология управления данными о телематической обстановке региона. С целью проверки предложенного подхода реализован прототип информационной системы, испытания которого продемонстрировали реализуемость на практике технического решения задачи управления списками беспроводных сетей для транспортных средств.

ТЕЛЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТА; ОБЛАЧНЫЙ СЕРВИС; ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА; МУЛЬТИПРОТОКОЛЬНЫЙ УЗЕЛ; ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ БАЗА ДАННЫХ; MESH-СЕТИ; БЕСПРОВОДНЫЕ СЕТИ; WI-FI; LTE.

Continuous access to services from a mobile device improves safety and provides ecological functioning of the transport infrastructure of metropolitan agglomerations. The quality of these services is determined by two-way communication between the vehicle and the stationary high-performance computing (HPC) system. As the signal strength in global and local networks varies, there is a need for new approaches to provide a

continuous data transfer between the vehicle and the stationary HPC system in highly dynamic networks.

One of the promising ways to increase the duration of stable communication between the vehicle and the HPC system is through getting a list of available networks from an external source, e.g., a telematics map, which is a set of low-level methods that ensure the formation and management of the list of networks. Such a set allows retrieving data on the telematics environment from vehicles, summarizing it on a geographical and temporal basis, and implementing the vehicle requests for the data of the generalized map to plan connections to available telematics resources.

The article describes a new technology that helps to establish the data networks of vehicles by using the telematics map and the multiprotocol node. The technology is based on collecting network data from multiprotocol nodes, transmitting the collected data to the cloud service of the telematics map, summarizing the data and executing queries about the available networks in a given region. Thus, the paper proposes a fully automatic technology to manage the data on the telematics environment of a region. In order to test the proposed approach, a prototype of the information system was implemented. Its tests demonstrated the feasibility of the technical solutions in regard to managing the lists of wireless networks as applied to vehicles.

TELEMATICS MAP; CLOUD SERVICE; INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEM; MULTIPROTOCOL NODE; SPATIO-TEMPORAL DATABASE; MESH-NETWORKS; WIRELESS NETWORKS; WI-FI; LTE.

Современные интеллектуальные транспортные системы предоставляют транспортным средствам высокоуровневые сервисы, такие как прокладка маршрутов движения, информирование о погоде и дорожной обстановке, обновление бортового программного обеспечения, контроль состояния узлов и агрегатов автомобиля, обеспечивая безопасность движения функционирования транспортной инфраструктуры города [1]. Информационные ресурсы этих сервисов располагаются вне автомобиля, в форме облачных сервисов [2]. Высокое качество этих сервисов может быть обеспечено непрерывным двусторонним взаимодействием транспортного средства с облачным сервисом [3]. Однако в настоящее время подобное взаимодействие обеспечивается только одним каналом связи глобальной сети передачи данных [4]. В зонах с недостаточным уровнем сигнала происходит нарушение сетевого соединения, что делает недоступным получение необходимого внешнего сервиса [5]. Устранение этого недостатка возможно дополнением телекоммуникационной компоненты интеллектуальной транспортной системы посредством механизмов V2V, V2I и V2C [6] через технологии DSRC, MESH, VANET, MANET, что обеспечивает альтернативные пути подключения к внешним сервисам и повышает надежность соединения.

Перспективная концепция мультипротокольного узла обеспечивает подключение транспортного средства к нескольким сетям разных технологий одновременно и передачу данных по любой из них [7]. Концепция предусматривает оснащение мультипротокольным узлом всех транспортных средств, т. к. при использовании мультипротокольного узла автономно транспортное средство получает данные о доступных сетях «здесь и сейчас» [8] в радиусе 300 м от DSRC или Wi-Fi, что в условиях непрерывного перемещения недостаточно для обеспечения длительной и устойчивой передачи данных. Реализация концепции обеспечит непрерывное поддержание списка активных сетей в каждой точке маршрута непосредственно на борту каждого транспортного средства.

В статье описывается технология автоматического управления данными о доступности беспроводных сетей из движущегося транспортного средства и особенности технической реализации информационной системы, основанной на телематической карте.

Реализация прототипа МПУ для формирования и управления данными телематической карты продемонстрировала работоспособность предложенного метода формирования списка доступных беспроводных сетей в любой точке маршрута движения транспортного средства.

Связанные работы

Современное развитие средств автомобильной телематики предполагает использование каналов связи различных технологий для реализации сервисов водителя и пассажиров. В частности, компания Ford реализует технологию Sync для непрерывного соединения транспортного средства с облачным сервисом [9–11]. Другие производители автомобилей, такие как Mercedes и BMW, реализуют схожие системы. В них используется канал связи глобальной сети технологии LTE и данные GPS-приемника на борту автомобиля. Локальные функции оплаты проезда, регистрации въезда и выезда реализованы на основе технологии DSRC. Активно развиваются технологии VANET и MANET с целью передачи трафика между движущимися автомобилями [12].

Интеграция представления данных о беспроводных локальных и глобальных сетях на основе геоинформационных систем используется при построении карт покрытия глобальными сотовыми сетями, информирования о наличии стационарных точек доступа Wi-Fi и применяется для визуального представления с целью информирования пользователей о доступных телекоммуникационных ресурсах. Как правило, данные хранятся в виде статического слоя геоинформационной системы [1].

Для анализа данных о местоположении транспортного средства используются встроенные датчики GPS с отправкой данных в глобальную сеть.

Технологии интеграции телематических средств и геоинформационных систем осуществляются в системах мониторинга транспортных средств, городского общественного транспорта, систем реагирования неотложных служб, таких как ЭРА-ГЛОНАСС, E-call. Объединение предложенных перспективных технологий повышает качество предоставления сервисов на борту автомобиля.

Управление данными в задаче формирования телематической карты

Для получения данных о доступных

сетях в регионе движения транспортного средства используется облачный сервис телематической карты, обеспечивающий накопление и учет данных о потенциальных точках доступа к Сети, уровне сигнала и режимах доступа к ресурсам различных технологий, таких как LTE, DSRC, стационарный Wi-Fi, автомобильные MESH-сети. На рис. 1 схематично представлен фрагмент описания телематических ресурсов региона и его интерпретация в телематической карте и на местности.

Сервис телематической карты предоставляет набор низкоуровневых методов для доступа мультипротокольного узла транспортного средства к описанию телематических ресурсов региона. К основным методам следует отнести методы:

1) сбора и регистрация первичных данных:

- о состоянии интерфейсов телематических устройств транспортного средства;

- о режимах совместного использования интерфейсов;

- об уровне сигналов доступных сетей на каждом интерфейсе телематического устройства транспортного средства в процессе его движения;

2) агрегации данных о сетевой обстановке в конкретной географической точке на основе пространственно-временных запросов;

3) формирования ответов на запросы транспортных средств о телематических возможностях в географическом регионе движения транспортного средства.

Основной технологической задачей функционирования сервиса является поддержание состояния актуальности данных о телематической обстановке. Решение задачи обеспечивается процессом непрерывного сбора и систематизации данных о состоянии сети с транспортных средств в асинхронном режиме.

Процесс взаимодействия мультипротокольного узла транспортного средства и облачного сервиса состоит из трех этапов:

- передача данных о телематической обстановке от транспортного средства;

- агрегация данных о точках доступа во времени и пространстве;

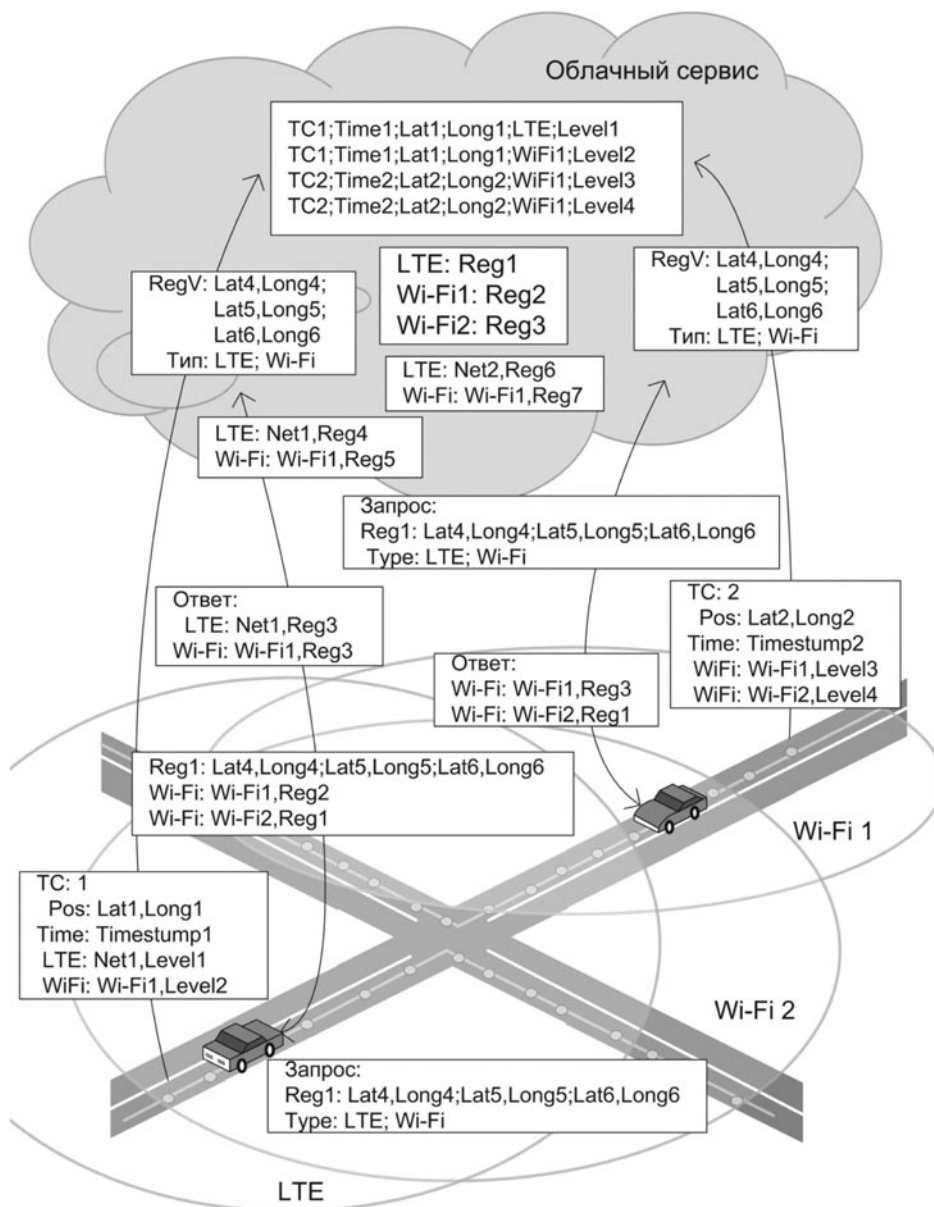


Рис. 1. Представление данных о телематических ресурсах и их пространственная интерпретация

- передача данных о доступных сетях на борт транспортного средства.

Предлагаемая технология обеспечивает взаимодействие транспортных средств между собой для расширения области видимости беспроводных и проводных сетей по маршруту движения транспортного средства.

Обобщённый алгоритм взаимодействия транспортного средства и облачного сервиса приведен на рис. 2.

Периодический опрос уровня сигнала глобальных и локальных сетей осуществляется непрерывно на мультипротокольном узле транспортного средства. Частота опроса зависит от скорости движения. Данные записываются в локальный файл МПУ и передаются в облачный сервис при наступлении подходящего момента: например, при наличии широкого или бесплатного канала связи с облаком.

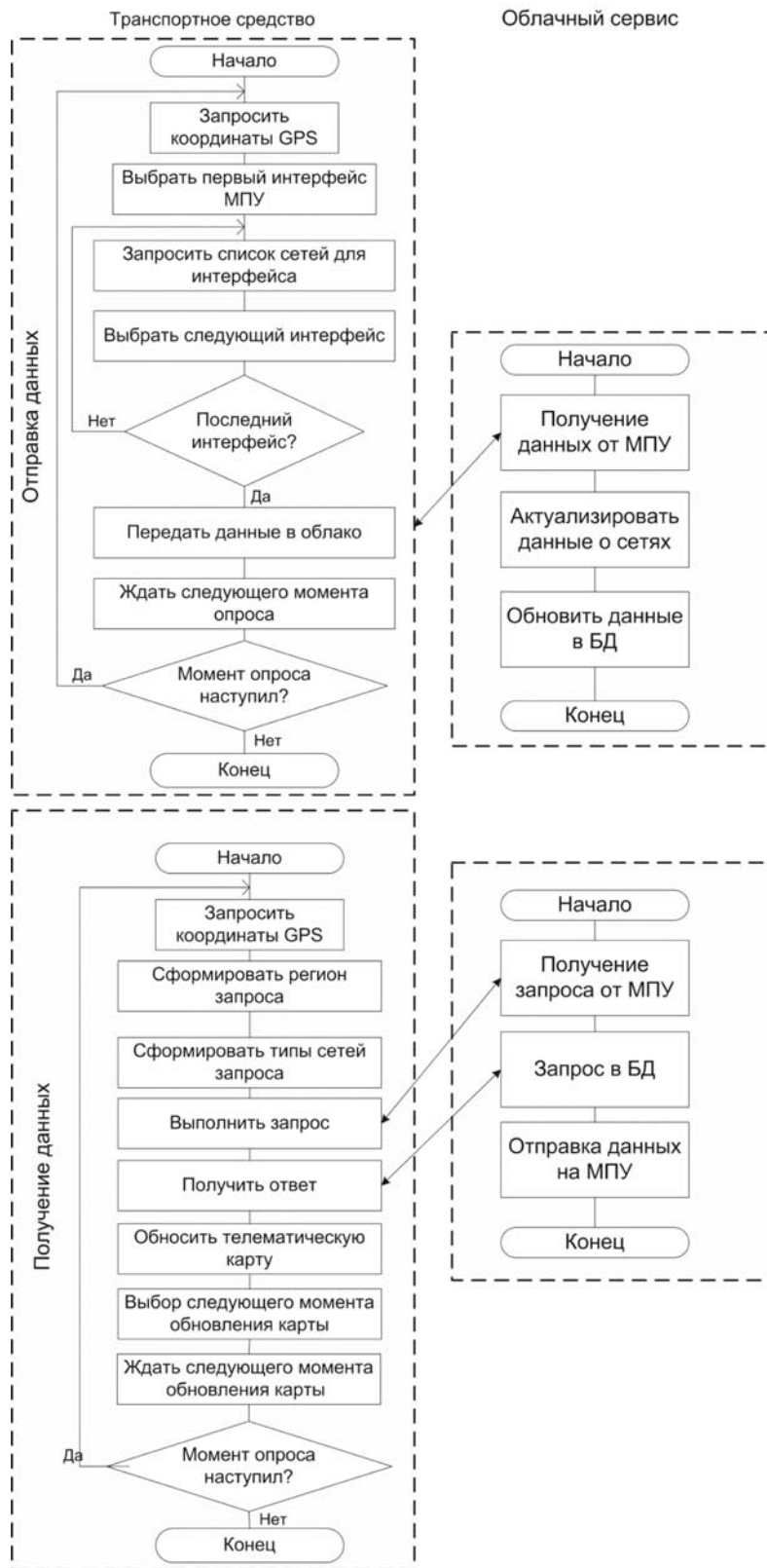


Рис. 2. Обобщённый алгоритм взаимодействия транспортного средства и облачного сервиса

Обобщение переданных данных о состоянии сетей в облаке осуществляется в модуле актуализации состояния сетей облачного сервиса на основе двух критериев: доступности сети и усреднённого во времени уровня сигнала в текущей точке. Географическая интерпретация метода обобщения приведена на рис. 3.

При необходимости каждый мультипротокольный узел осуществляет запрос к облачному сервису, передавая данные о параметрах своих технических средств и желаемом регионе получения данных о телематической обстановке. Предложенный алгоритм обобщения обеспечивает фиксированную плотность точек в каждой географической области для каждой сети, что позволяет обеспечить контроль объема данных локальной и глобальной базы данных.

Технология хранения данных и выполнения запросов к телематической карте

Проведенный анализ данных позволил выделить четыре главные сущности задачи:

сеть передачи данных, транспортное средство, мультипротокольный узел и точку передачи данных. Каждая точка передачи данных от транспортного средства определяется географическими координатами и временем передачи сообщения. Транспортное средство идентифицируется VIN-номером и свойствами мультипротокольного узла: типом, числом и работоспособностью его интерфейсов. Каждая сеть характеризуется именем, идентификатором и уровнем сигнала на траектории движения транспортного средства. Хранение первичных и обобщенных данных о телематических ресурсах осуществляется в реляционных базах данных. Базы данных расположены как в облачном сервисе, так и на мультипротокольном узле транспортного средства.

База данных облачного сервиса хранит первичные данные от транспортных средств, обобщенную карту и права доступа к общедоступным ресурсам.

База данных мультипротокольного узла предназначена для предварительного хране-

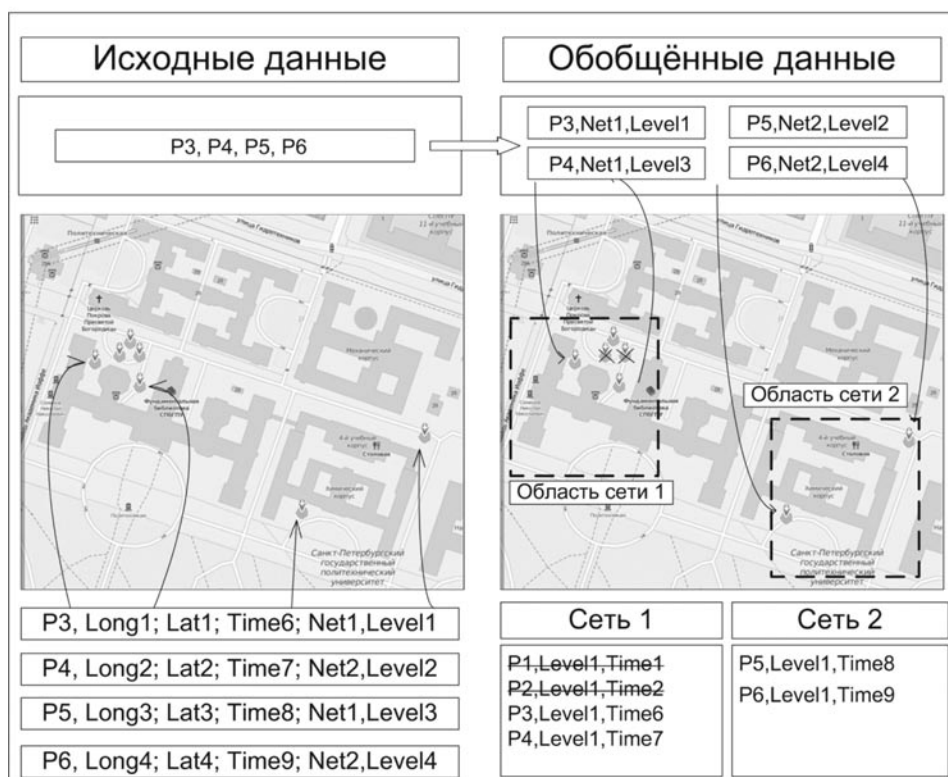


Рис. 3. Географическая интерпретация метода обобщения данных телематической карты

ния данных об обнаруженных сетях, телематической обстановке региона движения транспортного средства и прав доступа к частным беспроводным сетям. Схема базы данных мультипротокольного узла является копией базы данных облачного сервиса.

В процессе функционирования системы управления данными можно выделить потоки запросов к локальной и глобальной базам данных. Их можно разделить на потоки запросов от аппаратуры и от пользовательского программного обеспечения.

К потокам запросов мультипротокольного узла относятся:

- от аппаратуры в базу данных:
определение доступных стационарных сетей сетей Wi-Fi;
определение уровня сигнала сети LTE;
- от программного обеспечения:

запрос на передачу первичных данных о телематической обстановке;

запрос обобщенных данных от телематической карты.

Запросы на мультипротокольном узле реализованы в модулях прикладного программного обеспечения.

К потокам данных облачного сервиса относится выполнение запроса на обобщение первичных данных к актуальному состоянию телематической карты. Запрос реализован в виде триггера средствами языка СУБД.

Графическое представление потока запросов между аппаратурой и модулями программного обеспечения облачного сервиса и мультипротокольного узла показано на рис. 4.

Поток запросов обеспечивает непре-

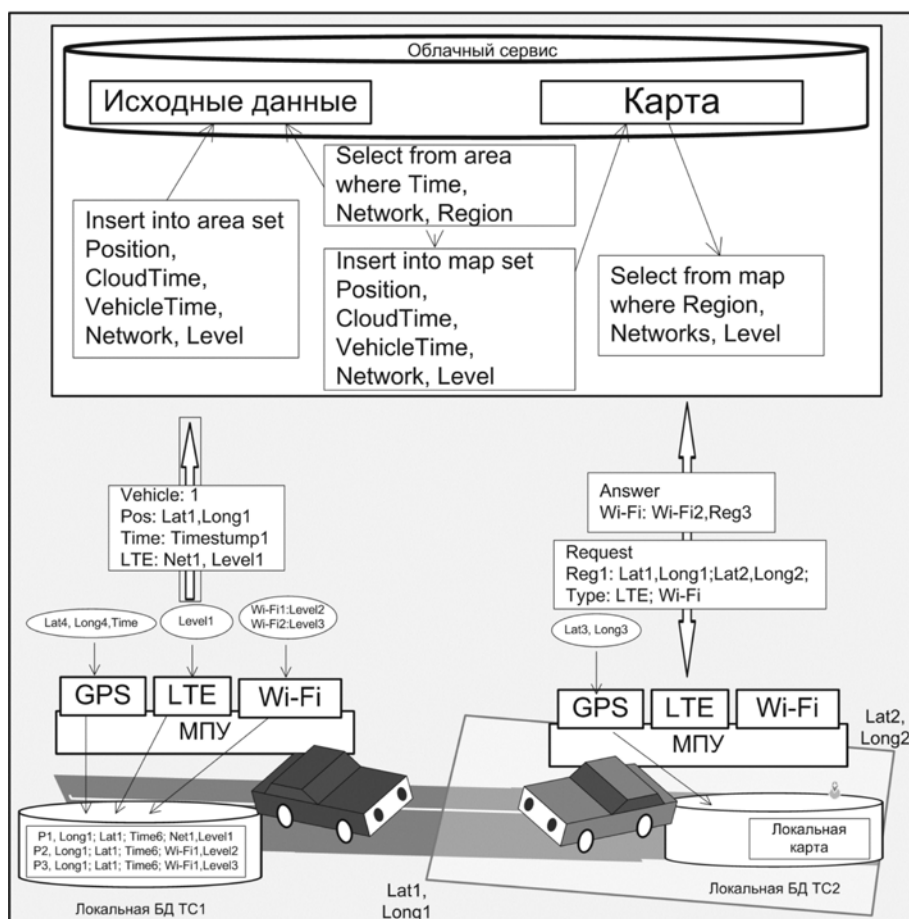


Рис. 4. Схема потоков запросов между аппаратурой мультипротокольного узла и базами данных

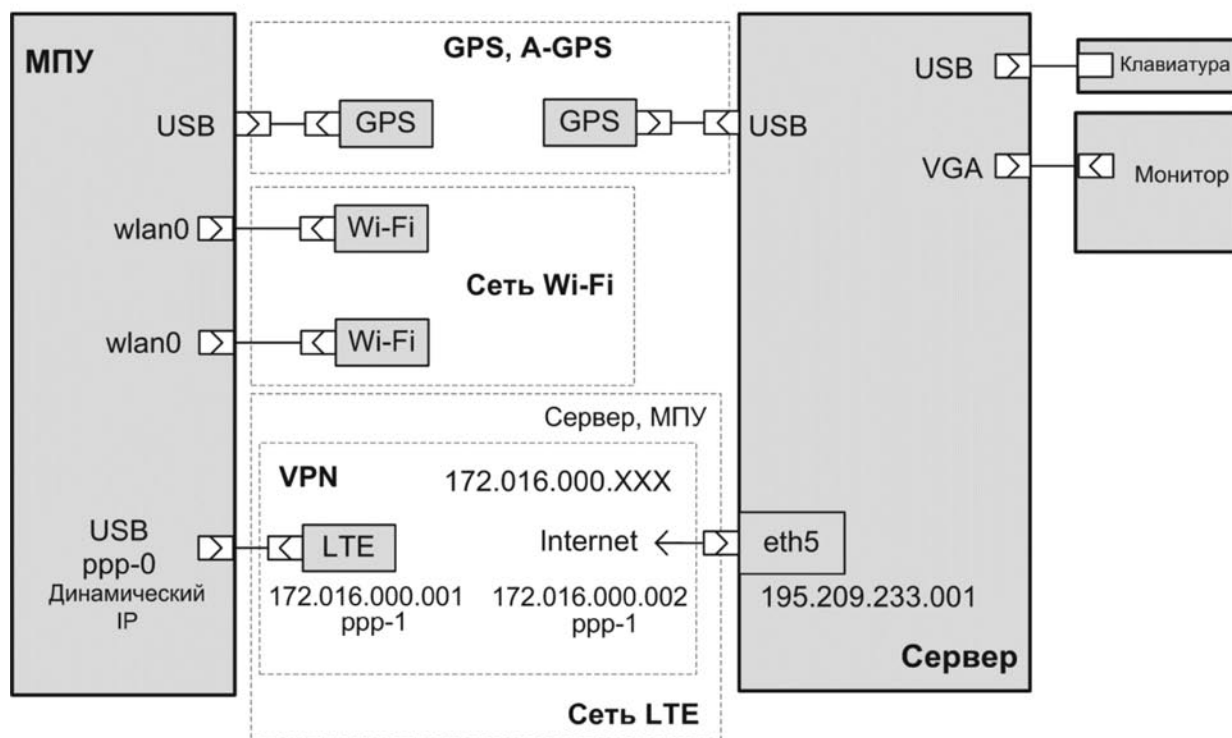


Рис. 5. Конфигурация программно-аппаратного стенда проведения эксперимента

рывное обновление и получение данных о телематической обстановке между мультипротокольными узлами и облачным сервисом от многих транспортных средств.

Программно-аппаратная реализация прототипа телематической карты

Реализация алгоритмов взаимодействия мультипротокольного узла с облачным сервисом осуществлялась с использованием технических средств программно-аппаратного стенда мультипротокольных узлов [11]. Для проведения эксперимента была собрана схема стенда, конфигурация которого приведена на рис. 5.

Мультипротокольный узел оснащен приемником GPS BU-355S4, встроенным адаптером Wi-Fi AR9285 стандарта 802.11bgn и модемом для передачи данных сотовой сети стандарта 4G M100-4. В функции MPU входил периодический запрос данных о состоянии сетей Wi-Fi и LTE. Результаты запроса помещались в локальную базу данных, а затем отправлялись на сервер по каналу LTE.

В функции сервера входило получение файла с данными, размещение исходных данных в базе данных, реализация запроса на выборку с учетом географических и временных параметров, формирование ответа на запрос мультипротокольного узла.

Для проведения экспериментов была разработана архитектура, обеспечивающая взаимодействие системного и прикладного программного обеспечения MPU и облачного сервиса на базе операционной системы GNU/Linux Debian 7.4. Операционная система установлена на имитаторе нагрузки и мультипротокольном узле. Схема взаимодействия программного обеспечения стенда приведена на рис. 6.

На имитаторе нагрузки и MPU периодически выполняется процедура синхронизации системных часов с использованием сигнала точного времени от GPS. Синхронизацию выполняет служба точного времени ntpd, получая сигнал от службы интерфейса с GPS-приемником gpsd через общие блоки разделяемой памяти (shm). Частота опроса устройства GPS составляет 0,5 Гц.

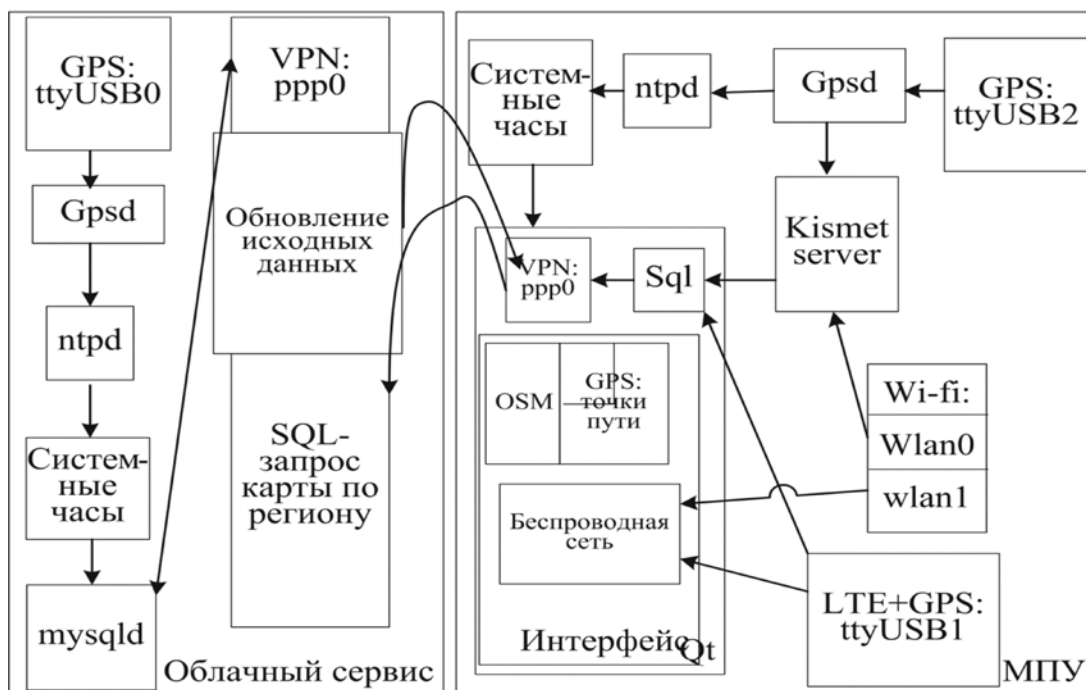


Рис. 6. Схема взаимодействия программного обеспечения для опроса локальных и глобальных сетей

Для сбора данных о локальных беспроводных сетях Wi-Fi применяется модуль kismet server, опрашивающий приемопередатчик Wi-Fi. Подключение к модулю осуществляется через интерфейс wlan0.

Данные от модуля сбора отправляются через API в модуль sql для записи в базу данных и модуль графического интерфейса, для отображения на экране.

Данные из базы данных с заданной периодичностью отправляются на сервер, расположенный на имитаторе нагрузки. В качестве реляционной базы данных используется MySQL версии 5.5.35.

Связь между МПУ и имитатором нагрузки осуществляется через выделенный VPN-канал, посредством глобальных каналов связи. Физическим устройством доступа к глобальной сети служит LTE модем 4G, подключение использует интерфейс ppp0.

Приемопередатчик Wi-Fi с интерфейсом wlan1 предназначен для сравнения списка сетей, полученных из облачного сервиса и доступных для подключения в текущий момент на МПУ.

Прикладное программное обеспечение разработано с использованием кросс-платформенного фреймворка Qt: для взаимодействия с локальной и удаленной базами данных используется модуль QSql; для формирования графической части применяется модуль Location с картографической информацией Open Street Map. Отображение текущих доступных и предполагаемых сетей по маршруту движения выполнено наложением слоев поверх изображения карты. Установки программного обеспечения в процессе проведения эксперимента приведены в табл. 1.

Ограничение частоты получения координат от приемника GPS в 2 Гц связано с особенностями реализации микросхемы приемника гражданского диапазона и драйвера устройства, функционирующего на скорости 4800 бит/с через локальный коммуникационный порт.

Особенностью установки программного обеспечения являлась независимость частоты опроса локальных и глобальных сетей от частоты опроса устройства GPS, обеспеченная функционированием этих

Таблица 1

Значения параметров программно-аппаратных средств

Параметр, константа	Значение
Источник координат	GPS
Способ хранения данных	В локальном файле и СУБД
Частота получения координат, Гц	2
Частота опроса Wi-Fi, частота, Гц	10
Частота опроса LTE, Гц	2
Тип трафика	UDP
Тип канала связи	Туннель поверх LTE

процессов в разных потоках операционной системы, что повышало точность представления уровня сигнала. Предложенная схема показала работоспособность технологии на всех этапах работы прототипа системы как в стационарном режиме, так и во время движения транспортного средства.

Тестирование технологии определения доступных сетей из транспортного средства

Для проверки работоспособности алгоритма и технологии управления данными телематической карты была проведена серия экспериментов, которые демонстрировали этапы обработки и передачи данных о глобальных и локальных беспроводных сетях при движении транспортного средства на городском маршруте. Для этого макет

мультипротокольного узла был размещен на транспортном средстве, движущемся по замкнутой траектории. Траектория движения транспортного средства по тестовому маршруту приведена на рис. 7.

Эксперимент демонстрировал сбор данных о телематической обстановке и состоял в непрерывной регистрации доступности и уровней сигналов глобальной и локальных беспроводных сетей из транспортного средства. На каждом этапе эксперимента задавалась средняя скорость движения и определялись время сеанса, число точек GPS, число опросов локальной и глобальной сетей, число зарегистрированных локальных сетей. Во время движения вычислялись значения параметров: средний уровень сигнала и среднее время видимости сети.



Рис. 7. Траектория движения транспортного средства

Таблица 2

Значения параметров результатов экспериментов

Наименование параметра	Скорость движения (км/ч)						
	10	15	18	20	23	26	28
Длительность сеанса регистрации, мин	16	10	8	7	6	5	4
Объем данных, Кбайт	697	504	480	457	354	274	200
Средний уровень сигнала LTE, дБ	-59	-64	-65	-67	-67	-68	-69
Число зарегистрированных сетей Wi-Fi, шт.	215	181	179	164	159	159	155
Среднее время доступности для выбранных Wi-Fi сетей, с	28	19	10	7	6	4	3

В ходе экспериментов по регистрации и отправке данных было собрано 10 Мб первичных данных о беспроводных локальных сетях. Выявлены зависимости объемов передаваемых данных и числа сетей от средней скорости движения транспортного средства в условиях почти постоянной радиообстановки. Для этого транспортное средство двигалось по траектории, представленной

на рис. 7, программное обеспечение мультипротокольного узла опрашивало датчик GPS, выполняло запрос к базе данных тематической карты, регистрировало текущую радиообстановку и сравнивало с полученными данными от телематического сервиса. Сводные результаты эксперимента приведены в табл. 2.

На рис. 8 приведены графики зависи-

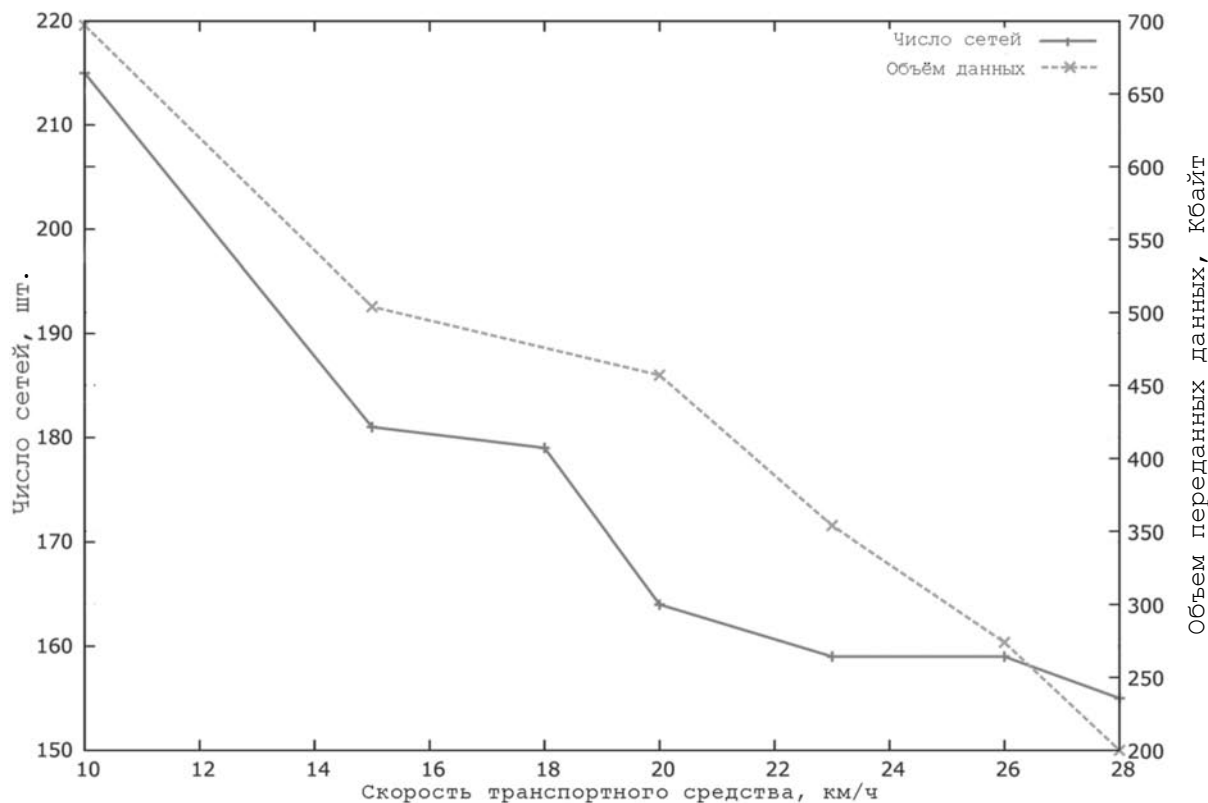


Рис. 8. Графики зависимости числа обнаруженных сетей и объема данных от средней скорости движения транспортного средства

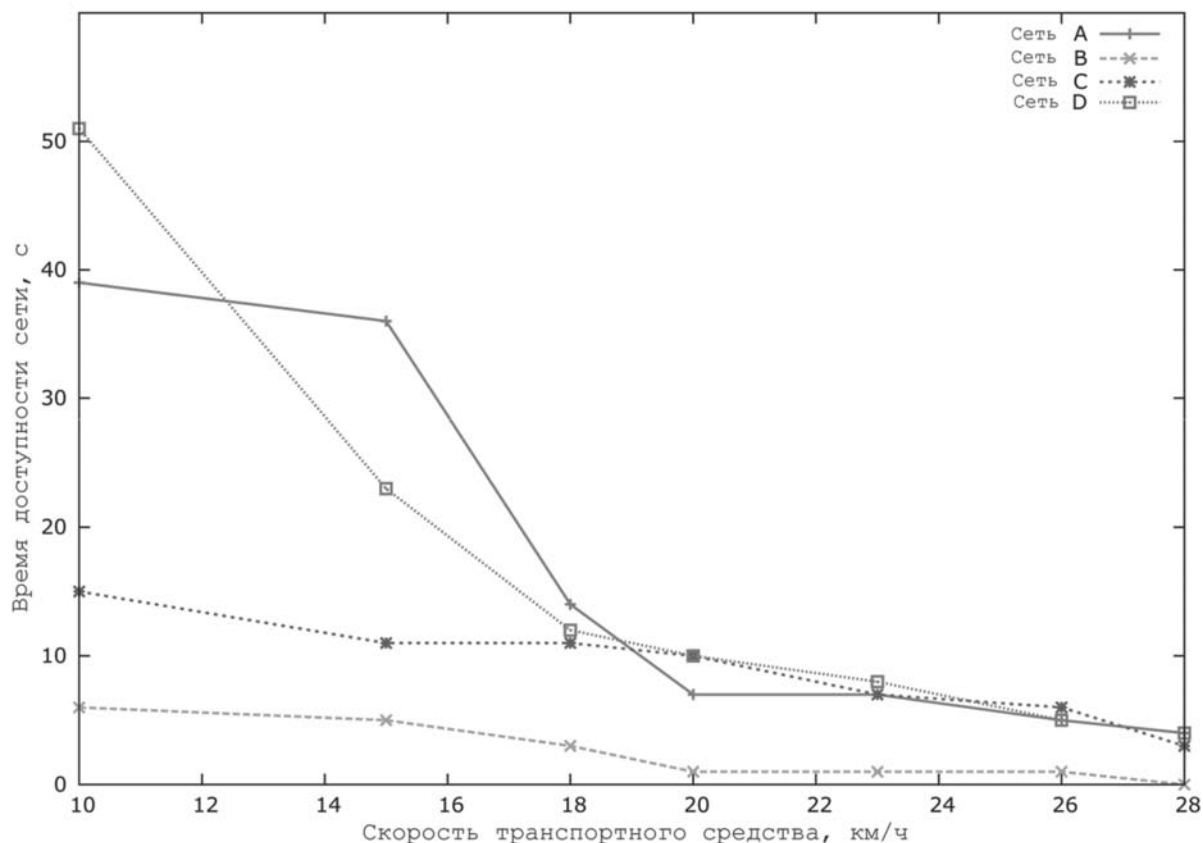


Рис. 9. График зависимости времени видимости беспроводной локальной сети от средней скорости движения транспортного средства

мости числа зарегистрированных сетей и объемов передаваемых данных от средней скорости движения транспортного средства. Как видно из графика, число зарегистрированных стационарных беспроводных сетей уменьшается с ростом средней скорости, что вызвано снижением относительной частоты опроса на единицу пути.

Объем передаваемых данных монотонно снижается с ростом средней скорости ввиду как уменьшения числа зарегистрированных сетей, так и уменьшения числа опросов сети, вызванного снижением времени движения по траектории, что позволяет сделать вывод об эффективности работы мультипротокольного узла в режиме регистрации уровня сигнала локальной и глобальной беспроводной сети.

На рис. 9 приведена зависимость времени видимости стационарной беспроводной сети мультипротокольным узлом транс-

портного средства от средней скорости движения для четырех типичных сетей. Из графика видно, что при любых достигнутых средних скоростях движения транспортного средства радиус доступности сетей снижается не более чем на 35 %, что позволяет надежно обеспечить их регистрацию техническими средствами мультипротокольного узла.

Для демонстрации эффективности получения данных от сервиса телематической карты проведена серия экспериментов по запросу данных о стационарных беспроводных сетях у сервиса телематической карты и сравнению результатов с фактической радиообстановкой.

На рис. 10 приведены результаты сравнения идентификаторов беспроводных сетей, полученных непосредственно на мультипротокольном узле и из базы данных облачного сервиса. Гистограмма демон-

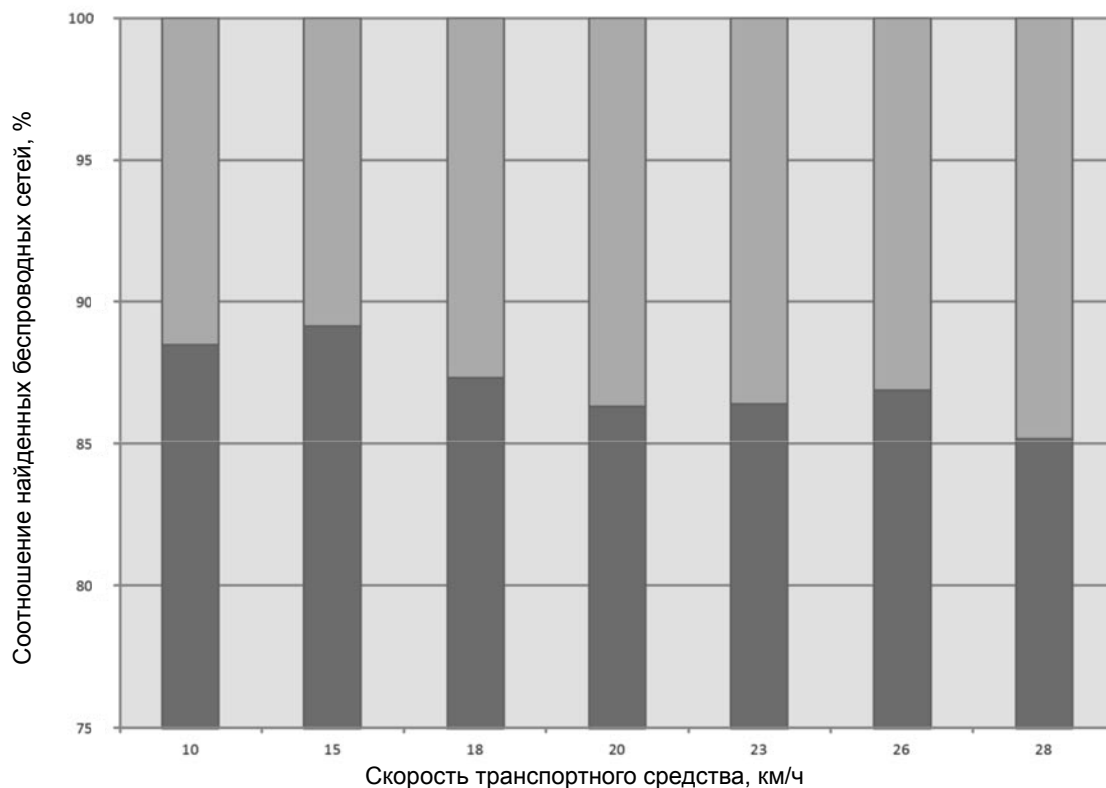


Рис. 10. Гистограмма распределения числа обнаруженных сетей (■) имена сетей совпали; (□) имена сетей не совпали

стрирует устойчивое совпадение перечня сетей, полученных из облачного сервиса и обнаруженных в эфире во время движения ТС, что позволяет сделать вывод о применимости технологии выбора перечня сетей из облачного телематического сервиса на всех скоростях движения транспортного средства.

Исследование зависимости уровня сигнала LTE выявило тенденцию к некоторому снижению соотношения сигнал-шум на более высоких скоростях, что, однако, не приводило к разрывам соединения или снижению скоростей обмена данными между мультипротокольным узлом и программно-аппаратной реализацией телематической карты.

Разработанная технология управления данными о доступных беспроводных сетях LTE и Wi-Fi из транспортного средства на всем пути движения обеспечивает сбор, предварительное хранение, периодическую

отправку данных о сетях, обобщение данных от многих транспортных средств, периодический запрос данных о доступных сетях в регионе. Информационная система позволяет поддерживать актуальное состояние о сетях в режимах как непосредственного подключения, так и при временном отсутствии связи с облачным сервисом.

Разработанная концепция представления данных о телематической обстановке для выделенных географических регионов с учетом сезонной и временной нагрузки на беспроводные сети позволяет минимизировать объем служебного трафика и повысить надежность соединения абонентов.

Приведенная в статье технология взаимодействия МПУ с телематической картой прошла успешную апробацию на аппаратно-программном стенде, что подтверждает работоспособность и возможность практической реализации данного подхода. Результаты экспериментов показывают техническую возможность анализа

радиообстановки из движущегося транспортного средства.

Дальнейшим продолжением работы является реализация пользовательских сервисов непрерывного доступа в Сеть путем пла-

нирования наилучших моментов и каналов передачи данных мультипротокольного узла.

Работа выполнена при поддержке гранта компании «Форд Моторс» и гранта РФФИ 13-07-12106.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Amin M., Bhuiyan M., Reaz M., Nasir S.** GPS and Map matching based vehicle accident detection system // Proc. 2013 IEEE Student Conf. on Research and Development. 2015. Pp. 520–523.

2. **Bitam S., Mellouk A.** ITS-cloud: Cloud Computing for Intelligent Transportation System // Global Communications Conf. 2012. Pp. 2054–2059.

3. **Zaborovskiy V., Lukashin A., Popov S., Vostrov A.** Adage mobile services for ITS infrastructure // ITS Telecommunications 13th Internat. Conf. on. 2013. Pp. 127–132.

4. **Li C., Han X., Sun Y.** Design of dynamic vehicle navigation terminal based on GPS/GPRS // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vol. 472. Pp. 237–241.

5. **Sardis F., Mapp G., Loo J. et al.** On the Investigation of Cloud-Based Mobile Media Environments With Service-Populating and QoS-Aware Mechanisms // Multimedia, IEEE Transactions on. 2013. Vol. 15. No. 4. Pp. 769–777.

6. **Msadaa I.C., Cataldi P., Filali F.** A Comparative Study between 802.lip and Mobile WiMAX-based V2I Communication Networks // Proc. of the 2010 4th Internat. Conf. on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2010. Pp. 186–191.

7. **Popov S., Kurochkin M., Kurochkin L., Glazunov V.** Hardware and software equipment for

modeling of telematics components in intelligent transportation systems // Lecture Notes in Computer Science. 2014. Vol. 8638 LNCS. Pp. 598–608.

8. **Gramaglia M., Bernardos C.J., Caldero'n M.** Seamless Internet 3G and Opportunistic WLAN Vehicular Connectivity // EURASIP J. Wireless Comm. and Networking. 2011. Pp. 183–183.

9. Media.ford.com. Adaptive Cruise Control and Collision Warning with Brake Support [Электронный ресурс] / URL: http://media.ford.com/images/10031/Adaptive_Cruise.pdf (Дата обращения 15.03.2013)

10. Media.ford.com. Ford Lane Keeping System Helps Fusion Drivers Stay Alert and Between the Lines [Электронный ресурс] / URL: http://media.ford.com/images/10031/Adaptive_Cruise.pdf (Дата обращения 15.03.2013)

11. Ford.co.uk. News from Ford. Ford's Sync Emergency Assistance could provide important support to road accident victims says AA president [Электронный ресурс] / URL: <http://www.ford.co.uk/experience-ford/AboutFord/News/CompanyNews/2012/Fords-Syn's-c-Emergency-Assistance> (Дата обращения 15.03.2013)

12. **Cai M., Liang C., Chen W., Su H.** Realtime vehicle routes optimization by cloud computing in the principle of TCP/IP // Service Systems and Service Management 10th Internat. Conf. on. 2013. Pp. 113–118.

REFERENCES

1. **Amin M., Bhuiyan M., Reaz M., Nasir S.** GPS and Map matching based vehicle accident detection system, *Proceeding 2013 IEEE Student Conference on Research and Development*, 2015. Pp. 520–523.

2. **Bitam S., Mellouk A.** ITS-cloud: Cloud computing for Intelligent transportation system, *Global Communications Conference*, 2012, Pp. 2054–2059.

3. **Zaborovskiy V., Lukashin A., Popov S., Vostrov A.** Adage mobile services for ITS infrastructure, *ITS Telecommunications 13th International Conference*, 2013, Pp. 127–132.

4. **Li C., Han X., Sun Y.** Design of dynamic vehicle navigation terminal based on GPS/GPRS, *Applied Mechanics and Materials*, 2014, Vol. 472, Pp. 237–241.

5. **Sardis F., Mapp G., Loo J. et al.** On the

Investigation of Cloud-Based Mobile Media Environments with Service-Populating and QoS-Aware Mechanisms, *Multimedia, IEEE Transactions*, 2013, Vol. 15, No. 4, Pp. 769–777.

6. **Msadaa I.C., Cataldi P., Filali F.** A Comparative Study between 802.lip and Mobile WiMAX-based V2I Communication Networks, *Proceedings of the 4th International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2010, Pp. 186–191.

7. **Popov S., Kurochkin M., Kurochkin L., Glazunov V.** Hardware and software equipment for modeling of telematics components in intelligent transportation systems, *Lecture Notes in Computer Science*, 2014, Vol. 8638 LNCS, Pp. 598–608.

8. **Gramaglia M., Bernardos C.J., Caldero'n M.**



Seamless Internet 3G and Opportunistic WLAN Vehicular Connectivity, *EURASIP J. Wireless Comm. and Networking*, 2011, Pp. 183–183.

9. *Media.ford.com. Adaptive Cruise Control and Collision Warning with Brake Support*. Available: http://media.ford.com/images/10031/Adaptive_Cruise.pdf (Accessed 15.03.2013)

10. *Media.ford.com. Ford Lane Keeping System Helps Fusion Drivers Stay Alert and Between the Lines*. Available: http://media.ford.com/images/10031/Adaptive_Cruise.pdf (Accessed 15.03.2013)

11. *Ford.co.uk. News from Ford. Ford's Sync Emergency Assistance could provide important support to road accident victims says AA president*. Available: <http://www.ford.co.uk/experience-ford/AboutFord/News/CompanyNews/2012/Fords-Sync-Emergency-Assistance> (Accessed 15.03.2013)

12. **Cai M., Liang C., Chen W., Su H.** Realtime vehicle routes optimization by cloud computing in the principle of TCP/IP, *Service Systems and Service Management, 10th International Conference on*, 2013, Pp. 113–118.

ГЛАЗУНОВ Вадим Валерьевич – аспирант кафедры телематики Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

E-mail: neweagle@gmail.com

GLAZUNOV Vadim V. *Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University.*

195251, Politekhnikeskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia.

E-mail: neweagle@gmail.com

КУРОЧКИН Михаил Александрович – профессор кафедры телематики Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, кандидат технических наук.

195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

E-mail: kurochkin.m@gmail.com

KUROCHKIN Mikhail A. *Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University.*

195251, Politekhnikeskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia.

E-mail: kurochkin.m@gmail.com

ПОПОВ Сергей Геннадьевич – доцент кафедры телематики Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, кандидат технических наук.

195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

E-mail: popovserge@spbstu.ru

POPOV Sergey G. *Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University.*

195251, Politekhnikeskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia.

E-mail: popovserge@spbstu.ru

ВУ Чунминг – профессор Zhejiang University, PhD.

310027, Zheda Rd. 38, Hangzhou.

E-mail: wuchunming@zju.edu.cn

WU Chunming *Zhejiang university.*

38 Zheda Rd., Hangzhou, 310027.

E-mail: wuchunming@zju.edu.cn

ЛИУ Лейбо – профессор Tsinghua University, PhD.

100084, China, Beijing.

E-mail: liulb@tsinghua.edu.cn

LIU Leibo *Tsinghua University.*

Beijing, China, 100084.

E-mail: liulb@tsinghua.edu.cn