

Министерство образования и науки Российской Федерации  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

УДК 004.04, 004.82, 004.7  
№ госрегистрации 114121750065

УТВЕРЖДАЮ  
Проектант по научной работе  
д.т.н., профессор  
В.О. Никифоров



ОТЧЁТ  
О ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Разработка прототипа масштабируемой сервис-ориентированной программно-аппаратной платформы на основе беспроводных сенсорных и агентных сетей, технологий семантического веба и облачных вычислений в целях агрегации, нормализации, анализа и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных в распределенной сети электронных потребительских устройств (Internet of Things)

по теме:

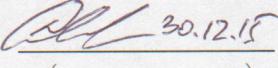
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОСТАВЛЕННЫХ ПЕРЕД ПНИ ЗАДАЧ  
(ОЧЕРЕДЬ 2)  
(промежуточный)

Этап 3

ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2014-2020 годы»

Соглашение о предоставлении субсидии от 24.11.2014 г. №14.575.21.0101

Руководитель проекта  
к.т.н., доцент

 Д.И. Муромцев  
(подпись, дата)

Санкт-Петербург 2015

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель проекта:

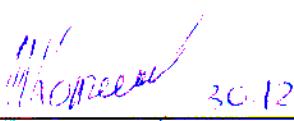
доцент,  
канд. техн. наук.

  
(подпись, дата)

Д.И.Муромцев  
(введение, заключение)

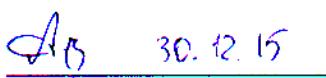
Исполнители темы:

ассистент

  
30.12.15  
(подпись, дата)

М.А. Колчин  
(раздел 1, раздел 4)

инженер

  
30.12.15  
(подпись, дата)

А.А. Андреев  
(раздел 1, раздел 2)

инженер

  
30.12.15  
(подпись, дата)

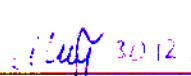
Д.С. Гарайзуев  
(раздел 3)

инженер

  
30.12.15  
(подпись, дата)

Н.В. Климов  
(раздел 2)

инженер

  
30.12.15  
(подпись, дата)

И.А. Шилин  
(раздел 1)

доцент,  
канд. техн. наук

  
30.12.15  
(подпись, дата)

Д.А. Заколдаев  
(раздел 2)

заведующий лабораторией

  
30.12.15  
(подпись, дата)

О.А. Кураш  
(раздел 3)

лаборант-исследователь

  
30.12.15  
(подпись, дата)

Ф.А. Козлов  
(раздел 4)

ассистент,  
канд. техн. наук

  
Р.Я. Лабковская  
(подпись, дата)  
30.12.15

Р.Я. Лабковская  
(раздел 3)

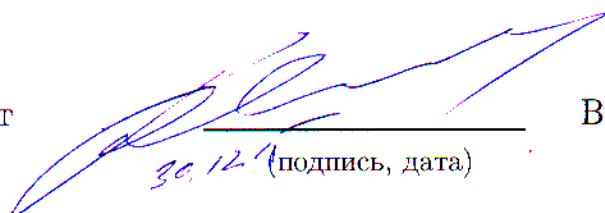
начальник отдела

  
Г.Л. Маркина  
(подпись, дата)  
30.12.2015

(раздел 2)

Индустриальный партнер:  
ЗАО "МОРСКИЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ"  
(Приложения А, Б)

Руководитель работ

  
В.Г. Яковлев  
(подпись, дата)  
30.12.15

В.Г. Яковлев

Нормоконтролер:

  
В.В. Беззубик  
(подпись, дата)

В.В. Беззубик

## РЕФЕРАТ

Отчет 102 с., 39 рис., 3 табл., 2 прил., 1 ч., 11 источника.

СЕМАНТИЧЕСКИЙ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ, СЕМАНТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ, ОНТОЛОГИИ, ОБРАБОТКА СЛОЖНЫХ СОБЫТИЙ, СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННАЯ АРХИТЕКТУРА, БЕСПРОВОДНЫЕ СЕНСОРНЫЕ СЕТИ, ОБРАБОТКА ПОТОКОВЫХ RDF ДАННЫХ, ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ, ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ ДАННЫХ, ИНТЕГРАЦИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ ДАННЫХ, АНАЛИЗ ПОТОКОВЫХ ДАННЫХ, АНАЛИЗ ГЕТЕРОГЕННЫХ ДАННЫХ, ПУБЛИКАЦИЯ ПОТОКОВЫХ ДАННЫХ.

В отчете представлены результаты исследований, выполненных по этапу 3 ПНИ «Разработка прототипа масштабируемой сервис-ориентированной программно-аппаратной платформы на основе беспроводных сенсорных и агентных сетей, технологий семантического веба и облачных вычислений в целях агрегации, нормализации, анализа и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных в распределенной сети электронных потребительских устройств (Internet of Things)».

В данном отчете описаны результаты теоретических исследований процесса сбора, нормализации, анализа и визуализации гетерогенных данных распределенной сети электронных потребительских устройств.

Целью работ на данном этапу является разработка технических принципов и методических подходов, направленных на решение следующих задач:

- а) организация и развертывание решений по агрегации, нормализации, анализу и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных беспроводных сенсорных сетей, осуществляющих сбор, первичную обработку, семантическое аннотирование и передачу данных от потребительских устройств к центрам обработки данных.
- б) передача данных от потребительских устройств к центрам обработки данных.
- в) организации защиты информации, передаваемой в распределенной сети электронных потребительских устройств (Internet of Things).

г) обеспечение доступа внешних информационных систем к гетерогенным данным распределенной сети электронных потребительских устройств через интерфейс прикладного программирования (API)

Кроме того, на данном этапе ПНИ целью работ так же является:

- а) проведение маркетинговых исследований с целью изучения перспектив коммерциализации РИД, полученных при выполнении ПНИ.
- б) анализ отечественного и мирового рынка, идентификация перспективного сектора для последующей коммерциализации результатов ПНИ.

Для решения поставленных на данном этапе ПНИ задач были применены методы математического моделирования, методы онтологического инжениринга, методы логического вывода на знаниях, технологии построения веб-сервисов, технологии семантического веба, а также методы объектно-ориентированного программирования.

Результатами решения поставленных задач стали:

- а) технические принципы и методические подходы к организации и развертыванию решений, разработанных в рамках данного ПНИ. Принципы и подходы основаны на архитектурном подходе, реализованный в рамках спецификации OSGi, позволяющий динамически конфигурировать модули системы, не затрагивая друшие независимые модули. Кроме того в данной работе рассматриваются принцип автоматического обновления программного обеспечения МШСПОИ, который так же позволяет динамически обновлять драйвера электронных устройств, не затрагивая работу других модулей МШСПОИ.
- б) методические подходы к передаче данных от электронных потребительских устройств к ЦОД, которое позволяют проксировать данные ЭПУ к ЦОД, тем самым снижая нагрузку на сами ЭПУ и увеличивая их продолжительность работы от одного заряда батареи. Новизна данных подходов заключается в применении онтологических моделей и технологий семантического веба для аннотирования показаний и характеристик устройств.

в) технические принципы и методические подходы к организации защиты информации, передаваемой в распределенной сети ЭПУ, которые позволяют упростить предоставление доступа к МШСПОИ, используя существующие аккаунты в социальных сетях и других сервисах, а также протокол WebID для авторизации внешних программных агентов. Новизной данных принципов и подходов является: (а) применение социальных сетей для обмена данными ЭПУ и (б) расширение современных подходов к авторизации программных агентов.

г) методические подходы к обеспечению доступа внешних информационных систем к данным ЭПУ через интерфейс прикладного программирования (API), цель которых применить имеющийся опыт в построении гипертекстового API и верхнеуровневых онтологий для аннотирования ресурсов такого интерфейса. Новизной данных подходов является возможность в построении слабосвязанных клиентов, которые работают с такими интерфейса не на уровне URL адресов и структуре интерфейса, а на уровне концептов онтологии и их связей.

В приложениях А и Б представлены результаты проведения маркетингового исследования и анализа отечественного и мирового рынка соответственно.

Результаты полученные на данном этапе прикладного научного исследования соответствуют Плану-графику работ и требованиям технического задания и будут использованы на последующих этапах ПНИ. В частности, разработанные методические подходы и технические принципы позволяют обрабатывать информацию о не менее 1000 одновременно подключенных ЭПУ. А так же МШСПОИ может предоставлять доступ к данным ЭПУ не менее 50 клиентам.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ . . . . .	12
1 Разработка технических принципов и методических подходов к организации и развертыванию решений по агрегации, нормализации, анализу и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных беспроводных сенсорных сетей, осуществляющих сбор, первичную обработку, семантическое аннотирование и передачу данных от потребительских устройств к центрам обработки данных . . . . .	15
1.1 Назначение и состав технических принципов и методических подходов . . . . .	15
1.2 Методический подход к подключению и конфигурированию электронных потребительских устройств . . . . .	16
1.3 Технический принцип получения координат области поиска электронных потребительских устройств . . . . .	18
1.4 Методический подход к развертыванию и конфигурированию МШСПОИ . . . . .	20
1.5 Технический принцип автоматического обновления программного обеспечения МШСПОИ . . . . .	24
1.6 Выводы . . . . .	26
2 Разработка методических подходов к передаче данных от потребительских устройств к центрам обработки данных . . . . .	27
2.1 Назначение и состав методических подходов . . . . .	27
2.2 Методический подход к проксированию данных от электронных потребительских устройств к ЦОД . . . . .	27
2.3 Методический подход к передаче статических и потоковых данных электронных устройств к ЦОД . . . . .	30
2.4 Выводы . . . . .	33
3 Разработка технических принципов и методических подходов к организации защиты информации, передаваемой в распределенной сети электронных потребительских устройств (Internet of Things) . . . . .	34

3.1	Назначение и состав технических принципов и методических подходов . . . . .	34
3.2	Методический подход к авторизации пользователей МШС-ПОИ через социальные сети . . . . .	35
3.3	Технический принцип авторизации пользователей МШС-ПОИ через сервис Github . . . . .	39
3.4	Методический подход к аутентификации и контролю доступа к разделяемым ресурсам системы . . . . .	41
3.5	Технический принцип авторизации внешних агентов для доступа к данным электронных устройств . . . . .	43
3.6	Выводы . . . . .	45
4	Разработка методических подходов к обеспечению доступа внешних информационных систем к гетерогенным данным распределенной сети электронных потребительских устройств через интерфейс прикладного программирования (API) . . . . .	46
4.1	Назначение и состав методических подходов . . . . .	46
4.2	Методический подход к проектированию программного интерфейса прикладного программирования на основе онтологии Semantic Sensor Network . . . . .	47
4.3	Методический подход к проектированию программного интерфейса прикладного программирования для электронных потребительских устройств с механизмами управления . . . . .	55
4.4	Выводы . . . . .	56
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . .</b>	58
	<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ . . . . .</b>	61
	Приложение А Отчет о маркетинговых исследованиях с целью изучения перспектив коммерциализации РИД, полученных при выполнении ПНИ . . . . .	63
	Приложение Б Отчет об анализе отечественного и мирового рынка, идентификация перспективного сектора для последующей коммерциализации результатов ПНИ . . . . .	84

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем отчете о ПНИ применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Интернет вещей (Internet of Things) — концепция сети однозначно идентифицируемых встраиваемых вычислительных устройств в рамках существующей инфраструктуры Интернета.

Технологии семантического веба (Semantic Web technologies) — технологии, которые предоставляют общий инструмент, позволяющий осуществлять обмен данными и их многократное использование между и за пределами программ, предприятий и сообществ.

Связанные данные (Linked Data) — методы публикации взаимосвязанных между собой наборов структурированных данных в рамках существующей инфраструктуры Интернета.

Онтология (Ontology) — попытка всеобъемлющей и подробной формализации некоторой области знаний с помощью концептуальной схемы. Такая схема состоит из структур данных, содержащей все релевантные классы объектов, их связи и правила, принятые в этой области.

Логический вывод (Logical reasoning) — процесс рассуждения, в ходе которого осуществляется переход от некоторых исходных суждений (предпосылок) к новым суждениям - заключениям.

Гетерогенность — разнородность, наличие неодинаковых частей в структуре, в составе чего-либо.

Интерактивная визуализация данных — способ графического представления информации, позволяющий пользователю взаимодействовать с системой отображения информации и наблюдать ответную реакцию системы.

REST (Representational State Transfer) — метод взаимодействия компонентов распределённого приложения в сети Интернет, при котором вызов удаленной процедуры представляет собой обычный HTTP-запрос (обычно GET или POST; такой запрос называют REST-запрос), а необходимые данные передаются в качестве параметров запроса. Этот способ является альтернативой более сложным методам, таким как SOAP, CORBA и RPC.

Событие предметной области — какое-либо событие рассматриваемое в контексте конкретной предметной области. Например, превышение температуры теплоносителя при теплоснабжении жилого дома и т.п.

Система управления потоковыми данными — это программа для управления непрерывными потоками данных. Она аналогична системе управления базами данных (СУБД), которые, однако, предназначены для статических данных в обычных базах данных. СУПД также предлагает гибкую обработку запросов, так что информация может быть выражена с помощью запросов. Однако, в отличие от СУБД, в СУПД выполняет непрерывный запрос, который не только исполняется один раз, а исполняется постоянно. Таким образом, запрос непрерывно выполняется до тех пор, пока не будет явно удален.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

IoT — Internet of Things

WSN — Wireless Sensor Networks

ПО — программное обеспечение

URI — Unified Resource Identifier

UDP — User Datagram Protocol

HTTP — Hypertext Transfer Protocol

CoAP — Constrained Application Protocol

API — Application Programming Interface

ЭО ПАП — экспериментальный образец программно-аппаратной платформы

ПО ЭО ПАП — программное обеспечение экспериментального образца программно-аппаратной платформы

ПАС — программно-аппаратный стенд

ЭПУОВР — электронные потребительские устройства с ограниченными вычислительными ресурсами

SSN — Semantic Sensor Network Ontology

RDF — Resource Description Framework

OWL — Web Ontology Language

REST — Representational State Transfer

СУПД — Система управления потоковыми данными

Fuseki — Apache Jena Fuseki

OSGI — Open Services Gateway Initiative

## ВВЕДЕНИЕ

В данном промежуточном отчете по 3-му этапу ПНИ «Разработка прототипа масштабируемой сервис-ориентированной программно-аппаратной платформы на основе беспроводных сенсорных и агентных сетей, технологий семантического веба и облачных вычислений в целях агрегации, нормализации, анализа и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных в распределенной сети электронных потребительских устройств (Internet of Things)» приведены результаты теоретических исследований на данном этапе ПНИ.

Общими целями выполнения данного прикладного научного исследования являются:

- а) создание комплекса научных/научно-технических решений в области разработки методов и алгоритмов, обеспечивающих повышение эффективности научных исследований посредствам агрегации, нормализации, анализа и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных распределенной сети электронных потребительских устройств (Internet of Things).
- б) получение значимых научных результатов в области разработки масштабируемой сервис-ориентированной программно-аппаратной платформы на основе беспроводных сенсорных и агентных сетей, технологий семантического веба и облачных вычислений в целях агрегации, нормализации, анализа и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных в распределенной сети электронных потребительских устройств (Internet of Things).

Технологии Интернета вещей хоть и получили широкую известность, но все еще находятся на ранней стадии развития. Существует большое количество исследовательских и технических проблем, например такие как программная и аппаратная архитектура, стандартизация, безопасность и конфиденциальность. Научно-технические задачи, решаемые на данном этапе ПНИ, направлены на обеспечение синтаксической и семантической интеропе-

перабельности компонентов распределенной сети электронных потребительских устройств. А применение новых методов и инструментов технологий семантического веба определяют актуальность данной работы.

Целью работы на данном этапе ПНИ являются теоретические исследования направленные на решение следующих задач:

- а) разработка технических принципов и методических подходов к организации и развертыванию решений по агрегации, нормализации, анализу и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурированных и неструктурных данных беспроводных сенсорных сетей, осуществляющих сбор, первичную обработку, семантическое аннотирование и передачу данных от потребительских устройств к центрам обработки данных.
- б) разработка методических подходов к передаче данных от потребительских устройств к центрам обработки данных.
- в) разработка технических принципов и методических подходов к организации защиты информации, передаваемой в распределенной сети электронных потребительских устройств (Internet of Things).
- г) разработка методических подходов к обеспечению доступа внешних информационных систем к гетерогенным данным распределенной сети электронных потребительских устройств через интерфейс прикладного программирования (API).

Результаты полученные в рамках данного этапа завершают теоретические исследования, проводимые в рамках данного ПНИ, и будут использованы при проведении экспериментальных исследований и разработке экспериментальных образцов МШСПОИ и ЭО ПАП на следующем этапе ПНИ.

В Приложении А данного отчета о ПНИ приводятся результаты маркетинговых исследований, целью которых было изучить перспективы коммерциализации РИД, полученных при выполнении ПНИ.

Кроме того, так же целью работы является анализ отечественного и мирового рынка, идентификация перспективного сектора для последующей коммерциализации результатов ПНИ. В Приложении Б представлены соответствующие отчетные материалы.

В результате работы в рамках данного этапа ПНИ был зарегистрирован РИД на №2015660433 от 30 сентября 2015 года тему «Система сбора, нормализации и анализа гетерогенных данных сенсорной сети «SemIoT Platform». Отчет о патентных исследованиях, нацеленных на исследование патентной чистоты данного РИД, прилагается к данном отчет о ПНИ.

**1 Разработка технических принципов и методических подходов к организации и развертыванию решений по агрегации, нормализации, анализу и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных беспроводных сенсорных сетей, осуществляющих сбор, первичную обработку, семантическое аннотирование и передачу данных от потребительских устройств к центрам обработки данных**

### **1.1 Назначение и состав технических принципов и методических подходов**

Как правило, комплексные информационные системы имеют сложную систему развертывания, конфигурации и управления, и решение, разрабатываемое в рамках данного ПНИ – не исключение. Выделяются три основных модуля системы, требующих конфигурации на этапе развертывания. Одним из них является модуль агрегации данных, описанный в разделах 1.5 и 1.6 промежуточного отчета о ПНИ за 2-й этап [1]. Другим модулем является МШСПОИ, выполняющий функцию шлюза сбора данных и который требует конфигурации на этапе развертывания и на этапе автоматического обновления программного обеспечения.

Таким образом, в рамках данной работы должны быть разработаны следующие методические подходы и технические принципы:

- а) методический подход к подключению и конфигурированию электронных потребительских устройств,
- б) технический принцип получения координат области поиска электронных потребительских устройств,
- в) методический подход к развертыванию и конфигурированию МШСПОИ,
- г) технический принцип автоматического обновления программного обеспечения МШСПОИ.

## **1.2 Методический подход к подключению и конфигурированию электронных потребительских устройств**

Для подключения ЭПУОВР к ЭО ПАП используются драйвера в виде динамический загружаемых модулей (далее - драйверов), описанных в отчете за 2-й этап данного ПНИ [2]. Каждый драйвер должен иметь свой программный интерфейс и реализован согласно описанному ранее программному интерфейсу. Различные ЭПУОВР могут поддерживать различные способы конфигурирования, которые задают, какие ЭПУОВР из некоторой сети должны быть подключены. Конфигурирование может происходить по координатам, портам, IP адресам. Например, для устройств разных городов необходимо определять координаты, по которым будет осуществляться поиск этих устройств. Поэтому при подключении устройств к системе возникает необходимость конфигурирования драйверов. Были выделены следующие виды конфигураций:

- а) адресные (Address)
- б) локационные (Locating)
- в) списки (List)

К адресным были отнесены конфигурации, имеющие IP адрес и порт, например:  $ip=91.29.120.203$ ,  $port=3212$ . К локационным отнесены конфигурации, необходимые для определения локации, из которой будут взяты устройства. Например: точка, описанная широтой и долготой, радиус от этой точки, – позволяют выделить на карте окружность, при попадании в которую устройство будет считаться удовлетворяющим требованиям. Списки позволяют указать некоторый список URI устройств, которые будут обрабатываться данным драйвером, например:  $list=<http://localhost/systems/1310846054>$ ,  $<http://localhost/systems/1310846054>$ .

Данные конфигурации могут иметь дополнительные поля, такие как выбор между выделением локации одним из двух способов: выделением окружности или прямоугольника на карте. Драйвера, выполняющие получение данных при помощи запроса к устройствам через некоторый промежуток времени, будут иметь конфигурационное поле с промежутком времени.



Рисунок 1.1 — Этапы предоставления пользователю интерфейса

Был разработан механизм, позволяющий предоставить пользователю интерфейс для конфигурирования драйвера одного из перечисленных выше типов, в соответствии с рисунком 1.1. После установки драйвера будет выполняться запрос на получение файла metatype.xml. Определение, какой из видов интерфейса необходимо отобразить пользователю, осуществляется за счет хранения типа конфигурации в файле metatype.xml, содержащемся в каждом драйвере. Данный файл содержит перечень полей для конфигурации и тип конфигурации. Пример файла metatype.xml представлен на рисунке 1.2. Тип конфигурации определяется атрибутом *type* элемента OCD. В данном примере тип конфигурации "*Locating*", что соответствует локационным конфигурациям. Для адресных конфигураций: *type="Address"*, для конфигураций типа список: *type="List"*. После определения типа конфигурации определяются обязательные элементы для данной конфигурации, данные элементы имеют атрибут *confFieldType*. Конфигурации локационного типа имеют элементы с атрибутами: *confFieldType="latitude"*, *confFieldType="longitude"*, *confFieldType="radius"*. Конфигурации адресного типа имеют элементы с атрибутами: *confFieldType="ip"*, *confFieldType="port"*. Конфигурации типа список имеет элемент с атрибутом *confFieldType="list"*. Для драйвера, имеющего приведенный в примере метатип XML, указан центр и радиус окружности в которую должны попадать устройства, обрабатываемые драйвером.

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <metatype:MetaData xmlns:metatype="http://www.osgi.org/xmlns/metatype/v1.0.0">
3   <OCD description="Narodmon Temperature Driver" name="Narodmon Temperature
4     Driver" id="ru.semiot.platform.drivers.narodmon.temperature"
      type="Locating">
6     <AD name="Longitude"
7       id="ru.semiot.platform.drivers.netatmo.temperature.longitude"
8         required="true" type="Double" default="37.842851"
9         confFieldType="longitude"/>
10    <AD name="Latitude"
11      id="ru.semiot.platform.drivers.netatmo.temperature.latitude"
12        required="true" type="Double" default="55.907042"
13        confFieldType="latitude"/>
14    <AD name="Radius"
15      id="ru.semiot.platform.drivers.netatmo.temperature.radius"
16        required="true" type="Integer" default="20" confFieldType="radius"/>
17  </OCD>
18  <Designate pid="ru.semiot.platform.drivers.narodmon.temperature">
19    <Object ocdref="ru.semiot.platform.drivers.narodmon.temperature"/>
20  </Designate>
21 </metatype:MetaData>

```

Рисунок 1.2 — Пример файла metatype.xml

### 1.3 Технический принцип получения координат области поиска электронных потребительских устройств

В предыдущем разделе (раздел 1.2) описывается методический подход к конфигурированию драйверов электронных потребительских устройств и одним из вариантов конфигурирования является область геокоординат, которая задается как круг с координатами центра и радиусом. В данном разделе описывается технический принцип определения координат области с помощью онлайн-карт.

Для интерактивного указания координат центра круга и его радиуса используются онлайн карты OpenStreetMap<sup>1</sup> и библиотека Leaflet.js<sup>2</sup>. Указание координат центра круга реализовано через указания точки на онлайн картах, координаты которой берутся для построения круга. Радиус круга задается через отдельное поле (HTML тег *input*), при изменении значения

<sup>1</sup>См. <http://openstreetmap.org>

<sup>2</sup>См. <http://leafletjs.com>

которого происходит перерисовка круга на карте. Графический интерфейс для указания центра круга и его радиуса представлен на рисунке 1.3.

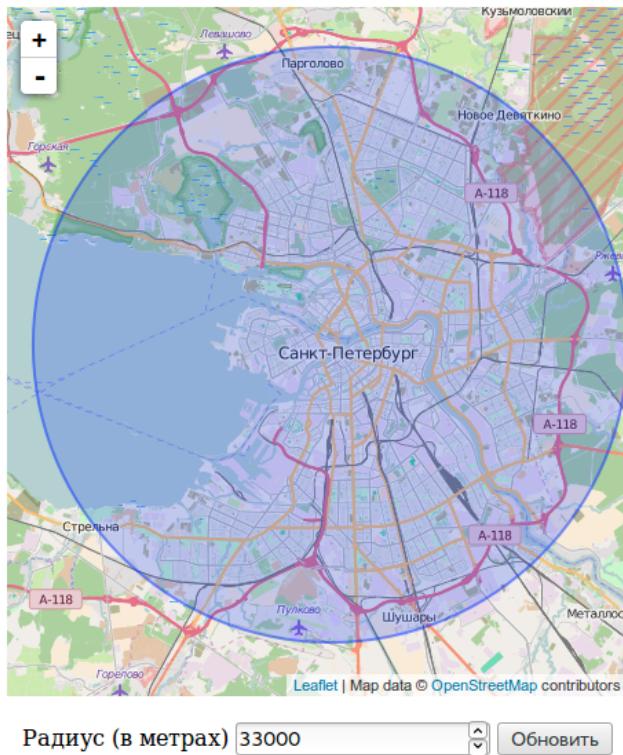


Рисунок 1.3 — Интерфейс указания координат центра круга и его радиуса

Для установки библиотеки Leaflet.js необходимо подключить соответствующий файл стилей (leaflet.css) и файл скриптов (leaflet.js). После чего необходимо инициализировать библиотеку и указать координаты центра карты. Далее следует подключение онлайн карт OpenStreetMap через провайдера слоев. Фрагмент исходного кода подключения онлайн карты представлен на рисунке 1.4. В качестве центра карты в этом примере используется центр города Санкт-Петербург.

Фрагмент исходного кода, содержащий обработчики событий указания точки на карте и изменения масштаба карты представлен на рисунке 1.5. Данный фрагмент содержит следующие функции:

- а) onMapClick(e) - обработчик клика на карте. Обновляет координаты центра круга.
- б) onZoom(e) - обработчик изменения масштаба карты. Обновляет отрисовку радиуса круга, так как он задается в пикселях.

```

1 var map, circle;
2 ...
3 function onload() {
4     map = L.map('map').setView([59.94331935475679, 30.297546386718746], 10);
5
6     L.tileLayer('http://{s}.tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png', {maxZoom:
7         19, minZoom: 3}).addTo(map);
8     ...
9 }

```

Рисунок 1.4 — Фрагмент исходного кода инициализации онлайн карты

- в) onRadius() - обработчик изменения значения радиуса круга через соответствующее поле ввода.
- г) metersToRadius(meters, zoom) - конвертирует метры в пиксели в соответствии с текущим масштабом карты. Конвертирование происходит с использованием соотношения метра на пиксель для данного масштаба карты. Таблица со значениями приведена на сайте OpenStreetMap: [http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Zoom\\_levels](http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Zoom_levels).

После того как координаты центра круга и его радиус были выбраны пользователем, они передаются в модуль конфигурации драйверов электронных потребительских устройств, для того чтобы драйвер агрегировал данные только с тех устройств, которые попадают в указанный круг.

#### **1.4 Методический подход к развертыванию и конфигурированию МШСПОИ**

Для выработки методического подхода по развертыванию разрабатываемого решения были поставлены цели по достижению:

- а) поддержки автоматизированного развертывания на множестве устройств
- б) поддержки контролируемого и автоматического обновления
- в) минимализации необходимых задач по конфигурированию для конечного пользователя
- г) гибкости и богатства возможностей для расширения предлагаемой системы сторонними разработчиками

```

1 ...
2 var radius = 1000; // в метрах
3 var meterPixel = { ... }
4
5 function onMapClick(e) {
6     if (!circle) {
7         circle = L.circleMarker([e.latlng.lat, e.latlng.lng]).addTo(map);
8         circle.setRadius(metersToRadius(radius, map.getZoom()));
9     } else {
10        circle.setLatLng(e.latlng);
11    }
12};
13
14 function onZoom(e) {
15     if (circle) circle.setRadius(metersToRadius(radius, map.getZoom()));
16};
17
18 function onRadius() {
19     radius = document.getElementById("radius").value;
20     if (circle && map) circle.setRadius(metersToRadius(radius, map.getZoom()));
21 };
22
23 function metersToRadius(meters, zoom) {return meters / meterPixel[zoom]}

```

Рисунок 1.5 — Фрагмент исходного кода инициализации онлайн карты

В качестве основной физической платформы для разработки был выбран одноплатный компьютер Raspberry Pi 2 Model B<sup>1</sup>, являющийся современной и экономичной встраиваемой системой. Это позволяет достичь гибкости в вопросах использования ресурсов, доступной всем встраиваемым системам, и полноценной поддержки оборудования за счет использования операционной системы на основе ядра linux. Кроме того, благодаря предоставлению в свободном доступе схемотехники устройства<sup>2</sup> и исходным кодам используемой операционной системы достигается цель гибкости и богатства возможностей для расширения системы сторонними разработчиками.

Благодаря выбранным целям, разрабатываемая программно-аппаратная платформа по своей архитектуре позволяет в автоматическом режиме

---

<sup>1</sup> см. <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/>

<sup>2</sup> Raspberry Pi 2 Model B Schematic – см. [https://www.raspberrypi.org/wp-content/uploads/2012/10/Raspberry-Pi-R2.0-Schematics-Issue2.2\\_027.pdf](https://www.raspberrypi.org/wp-content/uploads/2012/10/Raspberry-Pi-R2.0-Schematics-Issue2.2_027.pdf)

получать параметры конфигурации локальной сети, в которой она развертывается.

Предусмотрена возможность автоматического обнаружения запущенной платформы в локальной сети с помощью клиентского мобильного и веб-приложения (дополнения к веб-браузеру клиента). Это избавляет конечного пользователя от необходимости вручную конфигурировать каждое из устройств для настройки соединения и достигается за счет ожидания платформой входящих udp-пакетов на фиксированном порту. Также в таком случае достигается возможность восстановления подключения в случае изменения конфигурации подключения МШСПОИ.

Решение использует возможность стандарта UDP<sup>1</sup> отправки широковещательных UDP-сообщений всем устройствам локальной сети. При отправке предопределенного сообщения можно задать ожидаемый формат ответа на него от МШСПОИ, а после адрес отправителя определить в самом UDP-сообщении. Таким образом, при отправке широковещательного udp-сообщения по ответному пакету определяется сокет, на котором работает МШСПОИ.

Механизм обнаружения МШСПОИ в нотации UML на рисунке 1.6.

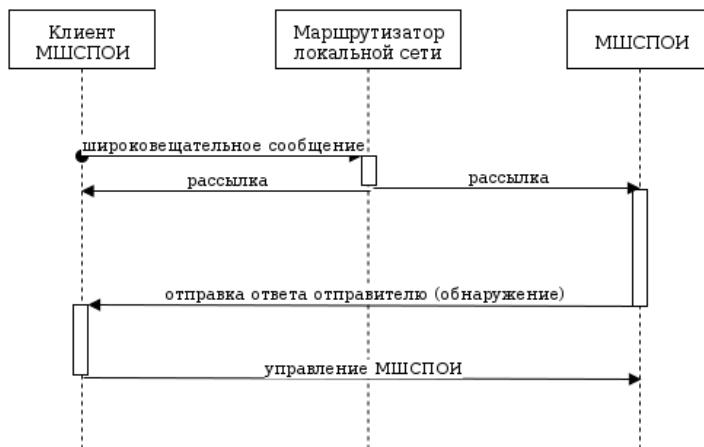


Рисунок 1.6 — Механизм обнаружения МШСПОИ

Примеры сообщений, отправляемых как широковещательный пакет для обнаружения работающих МШСПОИ в локальной сети, а также пример сообщения-ответа от МШСПОИ – приведены на рисунке 1.7.

<sup>1</sup>INTERNET STANDARD RFC 768. J. Postel, ISI, 28 August 1980 – User Datagram Protocol – <https://tools.ietf.org/html/rfc768>

```
1 UTF-8-encoded string message to gateway discover:  
2 "GTW-CTRL-PING",  
3 Answer format:  
4 "GTW-XXXX",  
5 where XXXX — hashed unique name of the working local gateway machine.
```

Рисунок 1.7 – Примеры сообщений, отправляемых как широковещательный пакет для обнаружения работающих МШСПОИ в локальной сети, а также пример сообщения-ответа от МШСПОИ

После обнаружения МШСПОИ в локальной сети, с ним устанавливается защищенное TLS-соединение<sup>1</sup> для управления.

Кроме того, рассматривая развивающийся проект по стандартизации служб, подобных МШСПОИ – UPnP+<sup>2</sup>: архитектура МШСПОИ предполагает возможность замещения им текущую реализацию при установлении стандарта.

МШСПОИ работает как одно из устройств локальной сети, возможно автоматическое подключение к существующей сети по протоколу WPS (Wi-Fi Protected Setup)<sup>3</sup>. Этот стандарт позволяет передавать по защищенному каналу текущие параметры для подключения к локальной сети и находить роутер, поддерживающим WPS. Он был выбран, как наиболее распространенный и достаточно защищенный при использовании режима Hard Button, где на короткое время соединение устанавливается без дополнительной настройки при нажатии специальной программной или аппаратной кнопок на обоих устройствах. Исходя из многочисленных исследований[3] о низкой криптостойкости режима подключения через PIN-код было решено отказаться от него, оставив лишь режим Hard Button. В данном режиме соединение для обмена параметрами подключения происходит лишь в случае одновременного нажатия аппаратных или программных кнопок подключения в зоне досягаемости устройств. В случае, если инициализируется подключение более двух устройств, процесс останавливается.

---

<sup>1</sup>Prohibiting Secure Sockets Layer (SSL) Version 2.0 – <https://tools.ietf.org/html/rfc6176>

<sup>2</sup>UPnP+ Initiative – <http://upnp.org/latestupdates/upnpplus/>

<sup>3</sup>Wi-Fi Protected Setup – <http://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/wi-fi-protected-setup>

При проектировании МШСПОИ была предусмотрена возможность автоматической загрузки файлов поддержки новых устройств в процессе работы системы. Это достигается поддержкой скриптового языка описания правил приема и аннотирования входящих пакетов, а также возможностью динамической их загрузки. Благодаря этому достигаются цели поддержки контролируемого и автоматического обновления, а также минимализация необходимых задач по конфигурированию для конечного пользователя.

## **1.5 Технический принцип автоматического обновления программного обеспечения МШСПОИ**

Поскольку в основе программной части МШСПОИ лежит ядро linux, были использованы классические средства для работы с дистрибутивами и репозиториями программных продуктов и доработаны до нужд МШСПОИ.

Развертывание на одном или нескольких МШСПОИ начинается с получения подготовленного образа операционной системы МШСПОИ, представляющее собой оригинальную ОС Arch Linux для обеспечения максимальной совместимости с системными библиотеками. Дистрибутив был выбран в силу своей гибкости, централизованной системы rolling-release для выпуска новых пакетов и минимального предустановленного набора библиотек.

При этом в системе поддерживается работа с пакетами RPM-пакетами, поэтому подготавливаемое ПО поставляется как в RPM-пакет с дополнительными конфигурационными файлами, позволяющими использовать ПО с любым другим дистрибутивом.

Пакеты для поддержки предполагают установку аналогичным образом. Т.к. они представляют из себя пользовательскую конфигурацию на скриптовом языке, но являются независимыми от архитектуры системы, на которую поставляются, при этом благодаря использованию системы управления пакетами дистрибутива поддерживается возможность контролировать зависимость конкретного драйвера устройства от драйвера поддержки протокола. Таким образом, достигается возможность поддержки подготовки системы в минимальной необходимой конфигурации, гибко контролируя использо-

зуемые ресурсы. Их загрузка предусмотрена через централизованное хранилище из меню клиенского приложения управления МШСПОИ.

Механизм обновления отображен в нотации UML на рисунке 1.8.



Рисунок 1.8 — Механизм обновления системы МШСПОИ

Таким образом, обновление системных компонентов МШСПОИ требует перезапуска системы для обновления данных в памяти системы. Обновление драйверов пользовательских устройств не требует перезапуска системы. В обоих случаях, благодаря выбранному подходу, обновление системы возможно без остановки ее работы. Гарантия сохранения пользовательских конфигураций при обновлении предоставляется RPM-система управления пакетами.

## 1.6 Выводы

В данном разделе отчета описаны технические принципы и методические подходы к организации и развертыванию решений по агрегации, нормализации, анализу и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных беспроводных сенсорных сетей, осуществляющих сбор, первичную обработку, семантическое аннотирование и передачу данных от потребительских устройств к центрам обработки данных.

Описанные методические подходы и технические принципы полностью соответствуют и реализуют требования Технического задания, а именно требования изложенные в пункте 4.1.5 ТЗ. Данными подходами и принципами реализуются следующие возможности:

- а) гибкое и простое конфигурирование и управление модулями ПО ЭО ПАП, разрабатываемой в данном ПНИ.
- б) интерактивное обнаружение и регистрация электронных потребительских устройств в ЭО ПАП.
- в) автоматическое подключение МШСПОИ к беспроводной сети по средствам протокола WPS.

На основе результатов описанных в рамках данного раздела, в частности в подразделах 1.2 и 1.3, был подготовлен и зарегистрирован РИД на программу для ЭВМ №2015660433 от 30 сентября 2015 года на тему «Система сбора, нормализации и анализа гетерогенных данных сенсорной сети «SemIoT Platform».

## **2 Разработка методических подходов к передаче данных от потребительских устройств к центрам обработки данных**

### **2.1 Назначение и состав методических подходов**

Модуль коммуникации в электронных потребительских устройствах является наиболее энергозатратным среди всех остальных модулей, поэтому всегда стоит задача оптимизации этих затрат. Так как в большинстве случаев электронных потребительских устройств не имеют постоянных источников энергии, а используют солнечные батареи, литио-ионные батареи и т.д., то задача передачи данных напрямую к центрам обработки данных является неоптимальной. Для решения данной проблемы используются промежуточные узлы, имеющие постоянный источник энергии и достаточные вычислительные ресурсы, которые называют шлюзами. Поэтому в состав модулей ЭО ПАП так же предусмотрен модуль под названием МШСПОИ, который выполняет функции такого шлюза для агрегации данных с электронных потребительских устройств и их передачи к центрам обработки данных.

Далее приведены методические подходы, которые должны быть разработаны для реализации функций, выполняемых МШСПОИ:

- а) методический подход к проксированию данных от электронных потребительских устройств к ЦОД,
- б) методический подход к передаче статических и потоковых данных электронных устройств к ЦОД.

### **2.2 Методический подход к проксированию данных от электронных потребительских устройств к ЦОД**

Данные, получаемые от электронных потребительских устройств, проходят несколько этапов на пути к ЦОД. МШСПОИ – часть платформы по работе с такими данными, отвечающая за их проксирование к ЦОД и безопасность этого процесса.

Архитектура компонентов МШСПОИ отображена в нотации UML на рисунке 2.1.

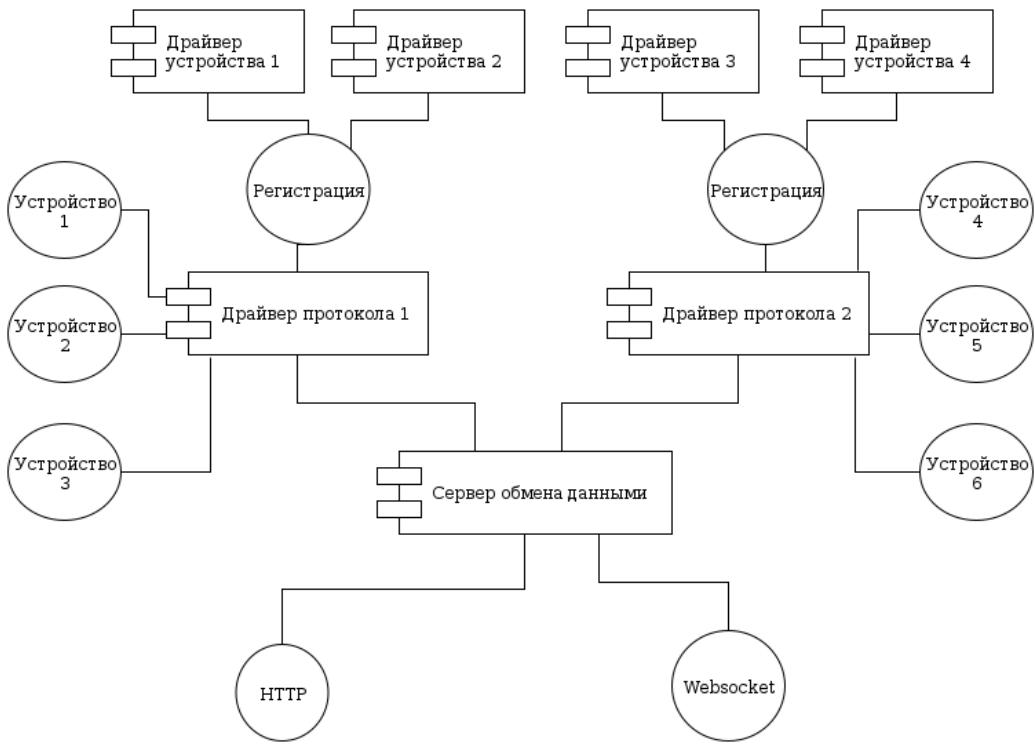


Рисунок 2.1 — Архитектура компонентов МШСПОИ

Первый этап: непосредственное получение данных в систему. За это отвечают драйвера устройств, подготовляемые разработчиками и получаемые клиентом через приложение управления МШСПОИ. Драйвера устройств, в свою очередь, используют драйвера поддержки протоколов для приема сообщений с внешних устройств. При этом в драйвере устройства указывается, каким именно образом и по какому каналу (доступному драйверу протокола) получать данные от драйверов протоколов, как их проинициализировать для работы с конкретными устройствами и как идентифицировать устройство, сообщения от которого приходят благодаря сконфигурированному драйверу поддержки протокола. Один драйвер устройства использует лишь один драйвер протокола, по которым передаются данные, требующие аннотации.

Второй этап: непосредственное конфигурирование драйверов протоколов. Он происходит автоматически при загрузке нового драйвера устройства в систему. Драйверы поддержки протоколов являются подключаемыми модулями МШСПОИ и готовятся для конкретной архитектуры системы. Один драйвер протокола используется для всех драйверов устройств, зависящих от этого протокола, как отображено на рисунке 2.1. При динамической

загрузке нового драйвера устройства в систему, работа драйвера протокола не приостанавливается, а лишь добавляется новый источник данных. При этом сообщения определенного драйвера протокола доступны всем драйверам устройств, использующих этот протокол. Поток сообщений конкретному драйверу устройств сужается благодаря параметрам конфигурации, доступным к каждому отдельному драйверу протокола (например, для UDP: виртуальный порт сокета).

При динамическом добавлении драйвера устройства в работающую систему он делает доступными электронные потребительские устройства, им поддерживаемые и обнаруживаемые. На этапе загрузки драйвера устройства при этом регистрируется его связь с конкретными параметрами протокола, согласно которым необходимо передавать данные именно рассматриваемому драйверу устройства. Благодаря этому снижается общая нагрузка на использование ресурсов системы при большом числе устройств и клиентов, получающих данные.

Минимальная конфигурация драйвера устройства требует следующие параметры:

- а) используемый драйвер поддержки протокола. Например, UDP.
- б) параметры инициализации драйвера. Например, для UDP: виртуальный порт UDP-сокета, на котором будут приниматься входящие пакеты
- в) действия по принятию нового пакета. Например, предварительная обработка пакета и непосредственная его аннотация семантическими данными
- г) отправка сигнала о успешной обработке нового пакета с результатом в виде аннотированного показания и идентификатора ресурса, к которому оно относится. Например, после завершения действий по принятию нового пакета.

Взаимодействие элементов МШСПОИ отображено в нотации UML на рисунке 2.2.

Таким образом, после этого пользователь может выбрать, с какими устройствами работать и сразу же получать аннотированные пакеты.

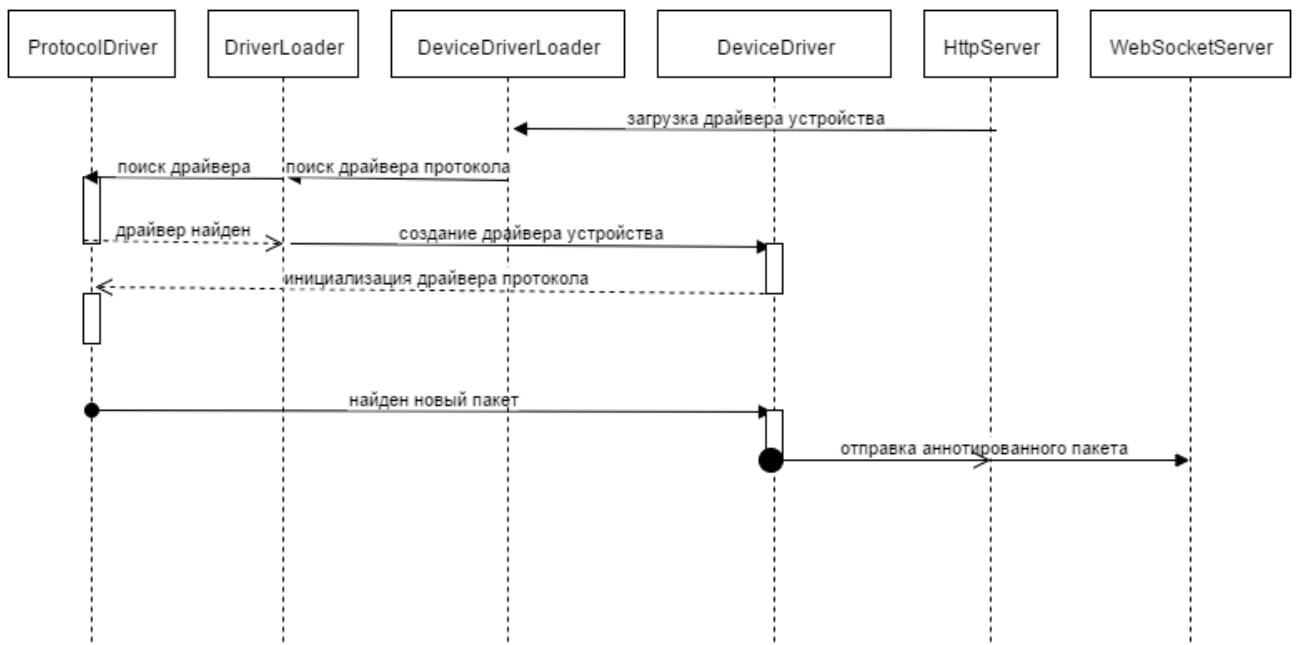


Рисунок 2.2 – Диаграмма последовательностей проксирования данных от потребительских устройств к ЦОД

### 2.3 Методический подход к передаче статических и потоковых данных электронных устройств к ЦОД

После выбора устройств, которым можно предоставить доступ через МШСПОИ, они становятся доступными по протоколам, поддерживаемым системой: HTTP – для статических данных и WebSockets – для потоковых. Выбор обусловлен результатами предварительных исследований и описан в промежуточном отчете о ПНИ за 2-й этап [1].

HTTP API для доступа включает в себя следующие методы:

- получение списка доступных ресурсов
- получение последнего (текущего) показания выбранного ресурса как статических данных.
- получение описания системы – набора ресурсов, логически объединенных драйвером устройств в систему
- отправка параметра ресурсу-актуатора

Шаблоны запросов для каждого из перечисленных методов отображены на рисунке 2.3. Список ресурсов в системе доступен по зарезервированному адресу: *.well-known,core*.

Остальные же адреса ресурсов формируются в соответствии с шаблоном: *сокет-МШСПОИ, зарегистрированное-имя-системы, имя-ресурса*.

Описание системы доступно в качестве зарезервированного ресурса *description*. Установка значения актуатора достигается за счет отправки данных напрямую через WebSocket-соединение. Также возможна отправка HTTP-POST запроса с параметром *send\_data*, значение которого передается драйверу устройства для обработки.

```
1 HTTP GET: http://host:port/.well-known/core
2 WebSockets connection: ws://host:port/.well-known/core
3
4 HTTP GET: http://host:port/system-xxxx/resource
5 WebSockets connection: ws://host:port/system-xxxx/resource
6
7 HTTP GET: http://host:port/system-xxxx/description
8 WebSockets connection: ws://host:port/system-xxxx/description
9
10 HTTP POST: http://host:port/system-xxxx/resource?send_data=new_value
11 WebSockets connection: new value --> ws://host:port/system-xxxx/resource
```

Рисунок 2.3 — Шаблоны запросов для API МШСПОИ

WebSocket соединение поддерживает аналогичные методы, при этом, все подключенные клиенты своевременно получают новые отправленные данные без необходимости периодически запрашивать их вручную.

Разработанная архитектура классов МШСПОИ была разработана и отображена в нотации UML на рисунке 2.4.

Данные, получаемые от устройств, в конечном итоге аннотируются сематическими описаниями согласно описаниям, предоставленным драйверами устройств. Система хранит текущие аннотированные показания для доступа к ним, как к статическим данным. Всем подключенным на доступные ресурсы клиентам своевременно отправляются новые аннотированные данные, при этом одно WebSocket-подключение устанавливается на один семантически аннотированный ресурс, а не для каждого клиента в разрозненно.

Результаты оценки времени задержки при передаче аннотированных данных через МШСПОИ к клиентам при увеличении числа клиентов до 50 представлены на рисунке 2.5. Среднее значение вычислено на основе пяти

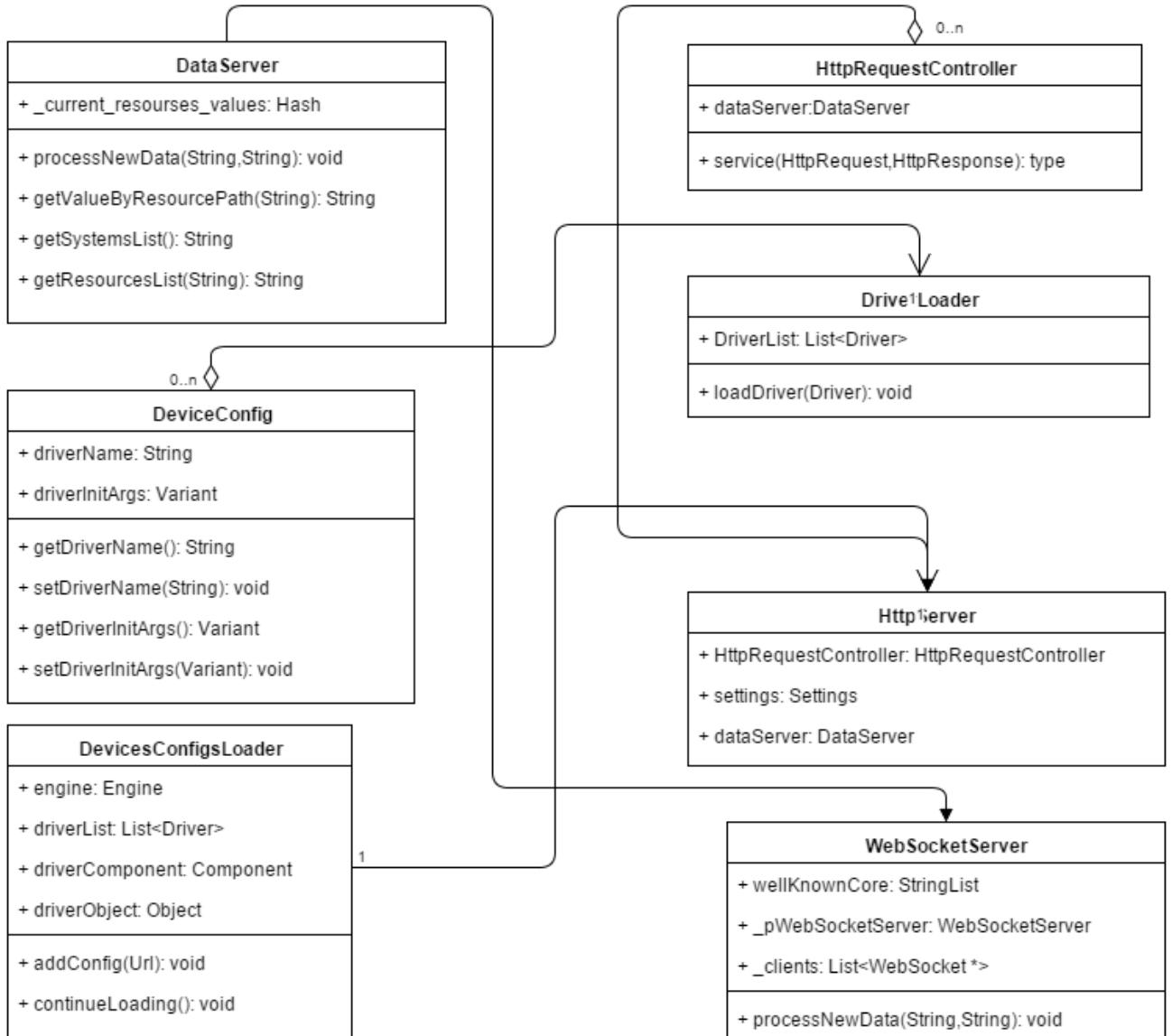


Рисунок 2.4 — Диаграмма классов архитектуры МШСПОИ

измерений. Результаты в порядке увеличения количества клиентов: 120 мс, 132 мс, 156 мс, 200 мс, 246 мс.

В качестве тестирования применимости методик на практике был создан прототип МШСПОИ и оценены задержки при аннотировании системы, представляющей собой датчик температуры и влажности. В результате оценки времени задержек при увеличении числа клиентов до 50 было установлено, что задержки в обработке составляют менее секунды и меняются незначительно при увеличении числа клиентов. Это достигается за счет выбранной архитектуры МШСПОИ.

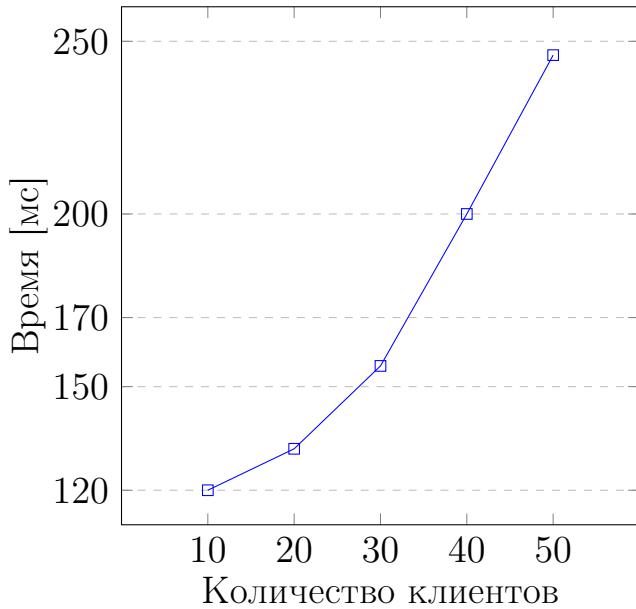


Рисунок 2.5 – Зависимость увеличения времени на обработку пакета при увеличении числа клиентов

## 2.4 Выводы

В данном разделе отчета описаны методические подходы к передаче данных от потребительских устройств к центрам обработки данных.

Данные методические подходы необходимы для построения информационной системы по агрегации данных электронных потребительских устройств, обладающей преимуществами при определенных условиях перед менее автоматизированными системами. Для этого вводятся дополнительные уровни абстракции, требующие дополнительных ресурсов и накладных расходов, но существенно упрощающие сложный анализ данных из большого числа источников. Таким образом, были разработаны такие методические подходы, которые при реализации позволили минимализировать усложнение системы, добавляя существенное преимущество в рассматриваемой области применения, а также избежать возможных ошибок в работе результирующей системы.

Методические подходы разработанные в рамках данной работы полностью соответствуют требования Технического задания, а именно пункту 4.2.5 ТЗ.

### **3 Разработка технических принципов и методических подходов к организации защиты информации, передаваемой в распределенной сети электронных потребительских устройств (Internet of Things)**

#### **3.1 Назначение и состав технических принципов и методических подходов**

Обеспечение защиты информации и управление контроля доступа к данным электронных потребительских устройств является одной из основных задач при разработке решений в данной области, что подтверждается аналитическим обзором научно-технической литературы, проведенным на 1-м этапе данного ПНИ [2]. В рамках данной работы для целей авторизации пользователей предлагается использовать внешние социальные сети и веб сервисы, такие как Facebook<sup>1</sup>, ВКонтакте<sup>2</sup> и другие. Такой подход упрощает процедуру авторизации для пользователей, так как снимается необходимость в запоминании нового пароля, и упрощает процедуру управления учетными записями владельцу электронных потребительских устройств.

Соответственно в рамках данной работы должны быть разработаны следующие методические подходы и технические принципы:

- а) методический подход к авторизации пользователей МШСПОИ через социальные сети.
- б) технический принцип авторизации пользователей МШСПОИ через Github.
- в) методический подход к аутентификации и контролю доступа к разделяемым ресурсам системы.
- г) технический принцип авторизации внешних агентов для доступа к данным электронных устройств.

---

<sup>1</sup>См. <http://facebook.com/>

<sup>2</sup>См. <http://vk.com/>

### **3.2 Методический подход к авторизации пользователей МШСПОИ через социальные сети**

Регистрация с точки зрения пользователя неприятная вещь. Приходится генерировать новый пароль (ведь использование существующего создаёт дополнительную опасность), его запоминать, а потом держать в памяти. А если пользуешься сайтом всего несколько раз в год, то вспомнить такой пароль может оказаться проблемой. Поэтому с точки зрения пользователя значительно удобней зарегистрироваться один раз и в дальнейшем использовать этот сервис для входа на новых сайтах.

С точки зрения владельцев шлюза хотелось бы знать кто хочет получить данные, то есть его имя, возможно, то как он выглядит, его почтовый ящик и проч. Поэтому использование стороннего сервиса, где пользователь уже указывает такие данные является удобным средством для всех. Такие возможности предоставляют социальные сети, где пользователи выкладывают, либо могут выложить подобные данные.

Существует несколько способов аутентификации через социальные сети. Самым распространенным типом является аутентификация по ключам доступа. Такой способ аутентификации чаще всего применяется при построении распределенных систем Single Sign-On, где одно приложение (service provider) делегирует функцию аутентификации пользователей другому приложению (identity provider). Реализация этого способа заключается в том, что identity provider предоставляет достоверные сведения о пользователе в виде токена, а service provider приложение использует этот токен для идентификации, аутентификации и авторизации пользователя. На общем уровне, весь процесс выглядит следующим образом:

- а) клиент аутентифицируется в identity provider одним из способов, специфичным для него (пароль, ключ доступа, сертификат, Kerberos, итд.).
- б) клиент просит identity provider предоставить ему токен для конкретного service provider-приложения. Identity provider генерирует токен и отправляет его клиенту.

в) клиент аутентифицируется в service provider-приложении при помощи этого токена.

Самыми распространёнными стандартами этого вида являются OAuth и OpenID. Стандарт OAuth (Open Authorization) не описывает протокол аутентификации пользователя. Вместо этого он определяет механизм получения доступа одного приложения к другому от имени пользователя. Стандарт OAuth описывает как клиент (приложение, сервис) может получить доступ к пользовательским данным с разрешения пользователя. В общем виде весь процесс состоит из нескольких шагов:

- а) пользователь (resource owner) дает разрешение приложению (client) на доступ к определенному ресурсу в виде гранта. Что такое грант, рассмотрим чуть ниже.
- б) приложение обращается к серверу авторизации и получает токен доступа к ресурсу в обмен на свой грант. При вызове приложение дополнительно аутентифицируется при помощи ключа доступа, выданным ему при предварительной регистрации.
- в) приложение использует этот токен для получения требуемых данных от сервера ресурсов.

Диаграмма взаимодействия ресурсов приведена на рис. 3.1.

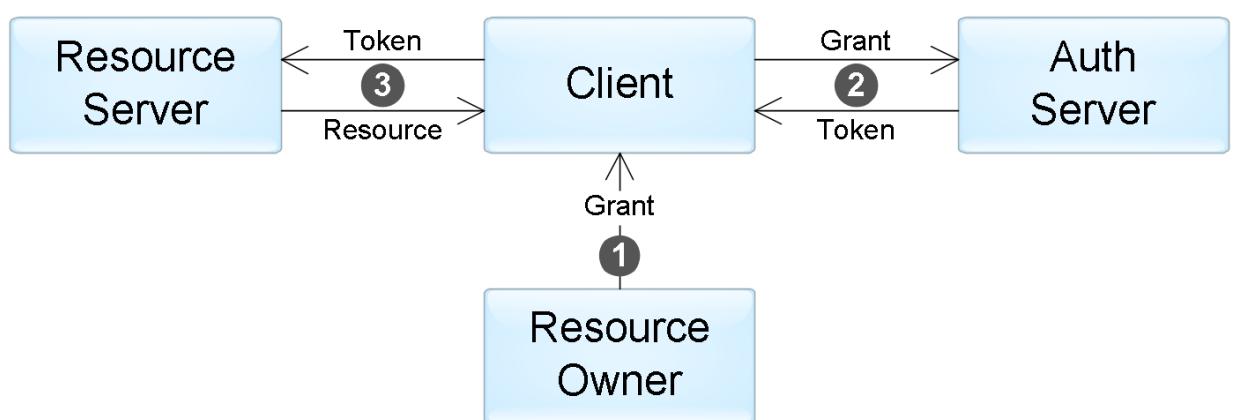


Рисунок 3.1 — Взаимодействие компонентов в стандарте OAuth

Стандарт описывает четыре вида грантов, которые определяют возможные сценарии применения:

а) Authorization Code — этот грант пользователь может получить от сервера авторизации после успешной аутентификации и подтверждения согласия на предоставление доступа. Такой способ наиболее часто используется в веб-приложениях. Процесс получения гранта очень похож на механизм аутентификации пассивных клиентов в SAML и WS-Federation.

б) Implicit — применяется, когда у приложения нет возможности безопасно получить токен от сервера авторизации (например, JavaScript-приложение в браузере). В этом случае грант представляет собой токен, полученный от сервера авторизации, а шаг № 2 исключается из сценария выше.

в) Resource Owner Password Credentials — грант представляет собой пару username/password пользователя. Может применяться, если приложение является «интерфейсом» для сервера ресурсов.

г) Client Credentials — в этом случае нет никакого пользователя, а приложение получает доступ к своим ресурсам при помощи своих ключей доступа (исключается шаг № 1).

Стандарт не определяет формат токена, который получает приложение: в сценариях, адресуемых стандартом, приложению нет необходимости анализировать токен, т. к. он лишь используется для получения доступа к ресурсам. Поэтому ни токен, ни грант сами по себе не могут быть использованы для аутентификации пользователя. Однако если приложению необходимо получить достоверную информацию о пользователе, существуют несколько способов это сделать:

а) зачастую API сервера ресурсов включает операцию, предоставляющую информацию о самом пользователе (например, /me в Facebook API). Приложение может выполнять эту операцию каждый раз после получения токена для идентификации клиента. Такой метод иногда называют псевдо-аутентификацией.

б) использовать стандарт OpenID Connect, разработанный как слой учетных данных поверх OAuth (опубликован в 2014 г.). В соответствии с этим стандартом, сервер авторизации предоставляет дополнительный

identity token на шаге № 2. Этот токен в формате JWT будет содержать набор определенных полей (claims) с информацией о пользователе.

После авторизации пользователь должен дождаться пока владелец шлюза не отнесет его к какой-либо группе пользователей для использования данных с устройств этого шлюза. Пользователь может получить данные только с устройств, которые были помечены публичными. Подробнее об уровнях доступа рассказывается в разделе 3.4

Вырабатывая методы аутентификации пользователей в сети интернет, было решено, что наиболее подходящим с точки зрения безопасности и удобства предоставления доступа к ресурсам является открытый протокол авторизации OAuth.

Авторизация OAuth версии 2.0 поддерживается многими популярными социальными сервисами и платформами для коллaborации. Таким образом, вопрос безопасности переносится во многом на специализированные сервисы, подобный которым, при необходимости, можно развернуть самостоятельно.

При этом механизма аутентификации в протоколе OAuth не предусмотрено. Получение личных данных о пользователе, пригодных для аутентификации, предполагается через API каждого конкретного сервиса. Аутентификация доступна либо через протокол OpenID, либо через обращение к данным о пользователе.

Рассмотрим алгоритм использования OAuth с социальной сетью GitHub<sup>1</sup>. Тогда шаги алгоритма можно разделить на предварительные (которые должны быть произведены до того как пользователь попробует аутентифицироваться) и основные. В предварительные шаги входят:

- а) зарегистрироваться на сервисе как разработчик.
- б) получить уникальные идентификационные данные этого приложения (в данном случае это поля client\_id и client\_secret). Также необходимо указать куда переадресовывать пользователя после авторизации (callback)).

В основные шаги входят:

---

<sup>1</sup>См. <https://github.com>

- а) при регистрации нового пользователя перенаправлять его на социальную сеть с необходимыми параметрами (client\_id и client\_secret).
- б) пользователь, авторизовавшись в социальной сети, должен дать согласие приложению обрабатывать свои данные.
- в) после чего его переадресует на указанный в настройках callback.
- г) на переадресуемый адрес в качестве параметров запроса передаются данные о коде авторизации.
- д) полученный код авторизации, а также данные приложения снова отправляются в сервис, взамен должен вернуться access\_token.
- е) используя данный access\_token можно производить работу с сервисом, запрашивать пользовательские данные, выполнять какие-либо действия от лица пользователя

### **3.3 Технический принцип авторизации пользователей МШСПОИ через сервис Github**

В данном разделе показывается аутентификация через социальную сеть GitHub. Для начала необходимо зарегистрировать на сервере своё приложение и получить его данные, такие как client\_id и client\_secret. Также необходимо указать адрес, на который будет совершена переадресация после того, как пользователь войдет в свой аккаунт. После совершения приведенных подготовительных действий можно аутентифицировать пользователя через данный сервис. Когда необходимо будет аутентифицировать пользователя, то его переадресует на страницу авторизации GitHub'a. Пример такого запроса приведен на рисунке 3.2.

Приведенный запрос иллюстрирует, что пользователь отправляется на сервер GitHub'a, где его, если он не авторизован, переадресует на страницу авторизации. После его авторизации его переадресует по адресу, который указан в настройках приложения GitHub'a (пример представлен на рисунке 3.3).

Используя полученный из запроса код, можно получить необходимый для работы с пользовательскими данными access\_token. Для этого необходимо отправить POST запрос, содержащий в себе код, полученный после ав-

```

1 HEAD /login/oauth/authorize?client_id=d7288819a9247346abe1 HTTP/1.1
2 Host: github.com
3 Accept: */*
4
5 HTTP/1.1 302 Found
6 Server: GitHub.com
7 Status: 302 Found
8 Content-Type: text/html; charset=utf-8
9 Location: https://github.com/login?return_to=
10 %2Flogin%2Foauth%2Fauthorize%3Fclient_id%3Dd7288819a9247346abe1
11 ...
12
13 HEAD /login?return_to=
14 %2Flogin%2Foauth%2Fauthorize%3Fclient_id%3Dd7288819a9247346abe1 HTTP/1.1
15 Host: github.com
16 Accept: */*
17
18 HTTP/1.1 200 OK
19 Server: GitHub.com
20 Status: 200 OK
21 Content-Type: text/html; charset=utf-8
22 ...

```

Рисунок 3.2 — Пример запроса переадресации пользователя на страницу авторизации

```

1 ...
2 HTTP/1.1 302 Found
3 Server: GitHub.com
4 Status: 302 Found
5 Content-Type: text/html; charset=utf-8
6 Location: http://example.com/?code=d6d50201dede65458666
7 ...

```

Рисунок 3.3 — Пример запроса переадресации пользователя на страницу приложения

торизации пользователя, а также `client_id` и `client_secret`. В зависимости от параметра `Accept`, ответом на этот запрос может быть, как строка (используется по умолчанию в социальной сети GitHub), так и данные в формате JSON. Пример получения `access_token`'а приведен на рисунке 3.4.

```

1 POST /login/oauth/access_token?client_id=d7288819a9247346abe1
2 &client_secret=6731f159091d4f1bae8c29ad6a91277d2f99a671&code=3911bf11b1c95e151af7
    HTTP/1.1
3 Host: github.com
4 Accept: application/json
5
6 HTTP/1.1 200 OK
7 Server: GitHub.com
8 Status: 200 OK
9 Content-Type: application/json; charset=utf-8
10
11 {
12     "access_token ":"33b685d4b602906ad7871aacd078e1a0d4c5ba31",
13     "token_type ":"bearer",
14     "scope ":""
15 }
```

Рисунок 3.4 — Пример запроса для получения access\_token

Получив access\_token можно работать с пользовательскими данными. Для их получения из социальной сети необходимо сформировать GET запрос, передав в качестве параметра запроса данный токен. Пример запроса изображен на рисунке 3.5.

Из полученных данных можно извлечь необходимые данные для однозначной идентификации пользователя в системе. Поскольку адрес электронной почты достаточен для однозначной идентификации пользователя в поставленной задаче, из всех полученных данных будет использоваться только он один.

### **3.4 Методический подход к аутентификации и контролю доступа к разделяемым ресурсам системы**

Использование стандарта OAuth весьма удобно, поскольку позволяет получить пользовательские данные. Но, для возможности долговечного хранения данных об авторизации пользователя, необходимо передать клиенту какой-либо ключ, который будет его идентифицировать в системе. Обычно такой ключ генерируется уникальным для каждого пользователя и возвращается клиенту в виде cookie. Используя такой подход, возможно идентифи-

```
1 GET /user?access_token=33b685d4b602906ad7871aacd078e1a0d4c5ba31 HTTP/1.1
2 Host: api.github.com
3 Accept: */*
4
5 HTTP/1.1 200 OK
6 Server: GitHub.com
7 Status: 200 OK
8 Content-Type: application/json; charset=utf-8
9
10 {
11     "login": "garayzuev",
12     "id": 7770646,
13     ...
14     "type": "User",
15     "name": "Daniil Garayzuev",
16     "company": "ITMO University",
17     "email": "garayzuev@gmail.com",
18     ...
19 }
```

Рисунок 3.5 – Пример запроса для получения пользовательских данных

цировать пользователя даже спустя продолжительный промежуток времени, но только при условии, что пользователь примет их от системы и не очистит cookie. Тогда он будет авторизован в системе до тех пор, пока он из неё не выйдет, либо не очистит свои cookie, либо пока не станет необходимым обновить или получить новые данные с социальной сети.

Рассмотрим последний случай. Так как все получаемые от социальной сети access\_token имеют свой срок действия, то при его истечении пользователя придётся заново аутентифицироваться через социальную сеть. Эту проблему отчасти может решить дополнительный refresh\_token, который и необходим для повторного получения access\_token'a. Но, во-первых, не все социальные сети, поддерживающие OAuth, его предоставляют, во-вторых, он тоже может иметь свой срок годности. К тому же будет необходимо предусмотреть возможность хранить не один ключ (access\_token), а пару для каждого пользователя.

Необходимо также учитывать, что от социальной сети можно получить только информацию о пользователе, а дальнейшую работу с совокупностью пользователей необходимо проводить самостоятельно. Поэтому, при необходи-

мости разбивать пользователей на группы, необходимо реализовывать такой подход внутри самой системы, используя лишь полученные из внешних источников данные. Таким образом самым простым способом распределения пользователей на группы является индивидуальное назначение привилегий администратором, либо распределение их используя идентичные данные разных пользователей.

Исходя из приведенной выше информации, становится понятно, что хранить данные о привилегиях пользователей необходимо самостоятельно внутри самой системы. Для этого можно использовать базу данных, где будут описаны все возможные группы, в которые может входить пользователь. Если пользователь может входить одновременно только в одну группу или количество таких групп известно заранее, то удобней и проще всего использовать реляционные базы данных, поскольку они обеспечивают чёткую структуру и заранее известную скорость чтения/записи. При условии, что группы заранее не определены, либо могут быть расширены и пользователь одновременно может входить сразу в несколько групп (количество которых также неограниченно) имеет смысл использовать хранение таких данных в формате RDF, либо использовать базы данных, поддерживающие индексы.

Для простоты реализации было решено использовать реляционную базу данных. ER-диаграмма подобной базы данных приведена на рисунке 3.6.

Как можно понять из данной диаграммы, для определения к каким устройствам может обратиться пользователь, необходимо запросить в какой группе(-ах) он состоит, после чего узнать какими привилегиями эта группа обладает и уже после этого выяснить какие устройства позволяют с собой работать обладателю данных привилегий.

### **3.5 Технический принцип авторизации внешних агентов для доступа к данным электронных устройств**

В случае сбора данных сторонними агентами, необходимо точное со-поставление агентов и шлюзов. Необходимо также заметить, что с одного шлюза данные может собирать множество агентов, а каждый агент может

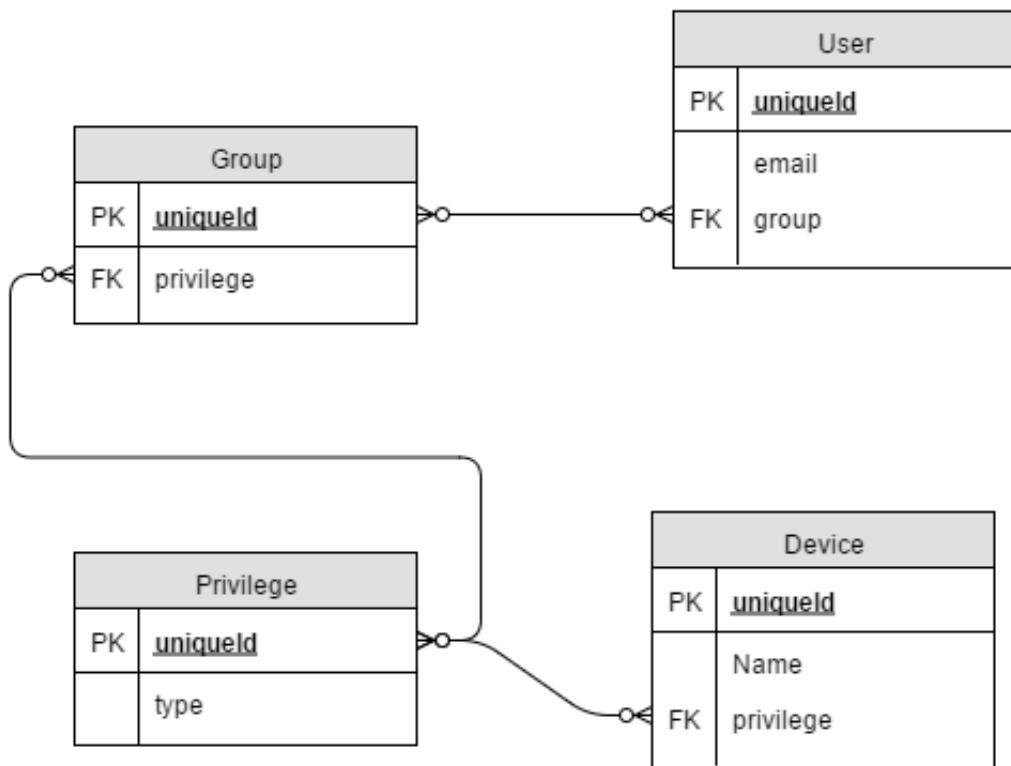


Рисунок 3.6 — ER-диаграмма базы данных

собирать данные с нескольких шлюзов. Для безопасности данных, передаваемых через шлюз, необходимо, чтобы каждый агент авторизовался перед тем как получить данные. Таким образом, перед тем как такой агент сможет начать собирать данные, владелец шлюза должен подтвердить право такого агента на сбор данных.

Одним из способов авторизации агентов является использование WebID<sup>1</sup>. WebID - это метод для однозначной идентификации людей, компаний, организаций и проч., используя URI.

При использовании данного подхода, необходимо, чтобы каждый агент обладал сертификатом. Такой сертификат может быть подписан каким-либо официальным органом и, следовательно, используемые в нём данные могут при авторизации агента быть проверены. При авторизации агента хозяин шлюза получает уведомление и в UI авторизует агента. После этого шага запрашивается список привилегий для этого агента. В зависимости от доступных привилегий происходит выбор к каким устройствам внутри шлюза у агента есть доступ. Таким образом, агенту достаточно иметь сертификат,

<sup>1</sup>См. <http://www.w3.org/wiki/WebID>

и он может собирать данные со всех шлюзов, список которых у него будет. Диаграмма сценария использования сертификата приведена на рисунке 3.7.

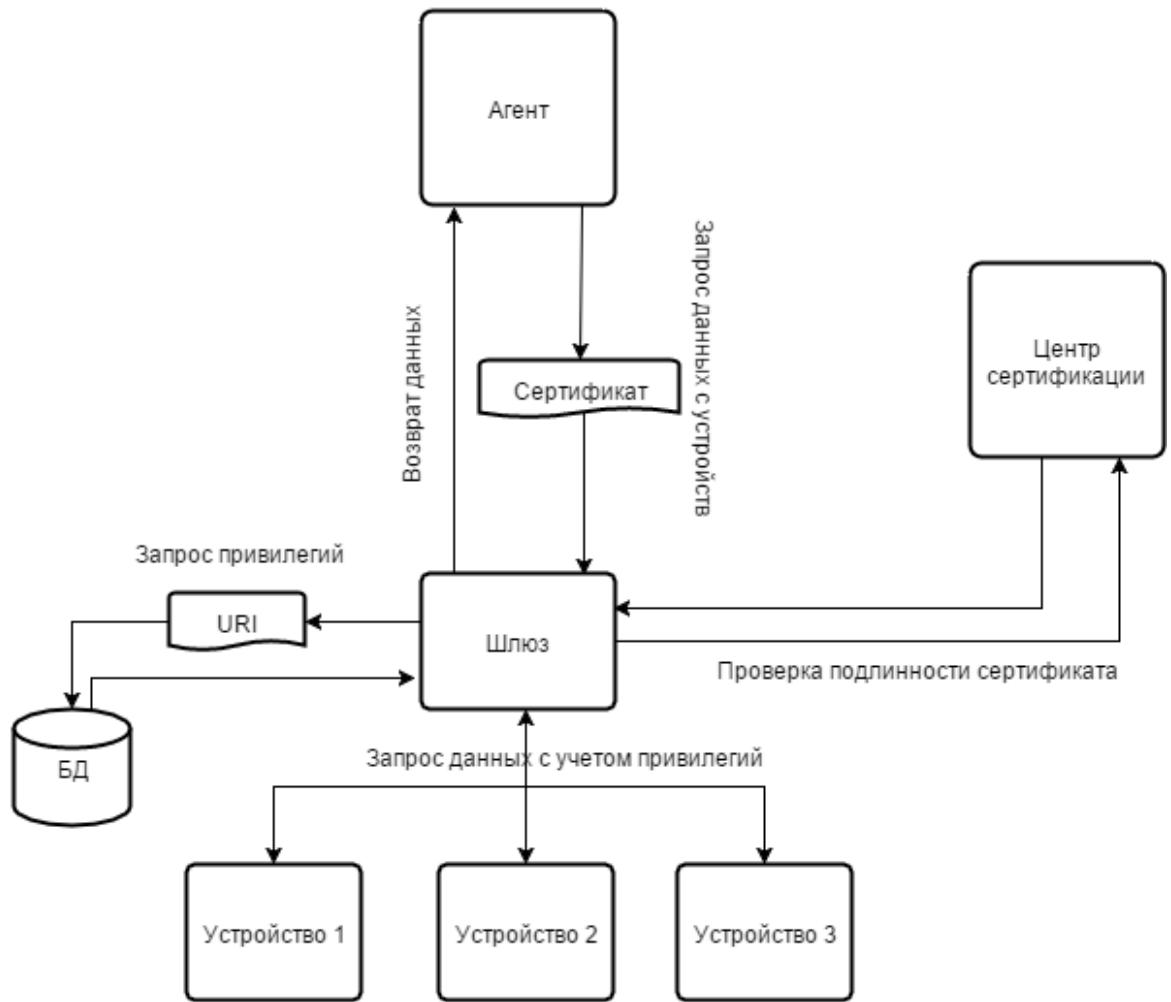


Рисунок 3.7 — Диаграмма использования запроса данных с устройств с использованием WebID

### 3.6 Выводы

В данном разделе отчета описаны технические принципы и методические подходы к организации защиты информации, передаваемой в распределенной сети электронных потребительских устройств (Internet of Things).

Данные методические подходы и технические основаны на существующих протоколах авторизации, таких как OAuth и OpenID, что позволяет пользователям авторизовываться с помощью аккаунтов в популярных социальных сетях. Разработанные подходы и принципы полностью соответствуют требованиям Технического задания, а именно пункту 4.1.7 ТЗ.

## **4 Разработка методических подходов к обеспечению доступа внешних информационных систем к гетерогенным данным распределенной сети электронных потребительских устройств через интерфейс прикладного программирования (API)**

### **4.1 Назначение и состав методических подходов**

Обмен данными между информационными системами достигается через построение программных интерфейсов прикладного программирования (далее - API), реализуемых поверх различных протоколов передачи данных. Например, на более низком уровне это может быть TCP/IP протокол или на более высоком уровне - HTTP протокол.

Согласно исследованию [4], проведенному в 2014 году, наиболее популярным подходом построения программных интерфейсов прикладного программирования является подход, основанный на архитектуром стиле REST [5]. Большая часть этих интерфейсов строгоговоря не могут называться REST API, так как не соответствуют всем принципам этого архитектурного стиля. Основным принципом, которым пренебрегают, является наличие гиперсылок в представлении ресурсов, которые позволяли бы программам-клиентам переходить от одного ресурса к другому, так же как люди используют веб-браузер для навигации по ресурсам сети Интернет.

К данному моменту были предложены несколько подходов к построению REST API соответствующих принципам перечисленным в работе [5]. Одной из таких работ является [6], в рамках которой описывается язык представления ресурсов ReLL и пример его использования. Другим примеров является работа [7, 8], в которой представлен подход, основанный на онтологиях. В рамках данного подхода предлагается описывать API с помощью расширяемой онтологии Hydra.

Подход предлагаемый в рамках онтологии Hydra и соответствующих принципах построения API, позволяет в отличие от других использовать существующий набор стандартных или де-факто стандартных верхнеуровневых или предметноориентированных онтологий. Данный факт делает такой подход наиболее приемлемым вариантом для реализации API для веб-сервисов

предоставляющих доступ к данным распределенных сетей электронных потребительских устройств.

Учитывая результаты аналитического обзора современной научно-технической литературы, а также анализа существующих приемов онтологического инжиниринга, выполненных на 1-м этапе данного ПНИ [2], было решено использовать онтологию Semantic Sensor Network для использования при построении API. В итоге в рамках данной работы должны быть разработаны следующие методические подходы:

- а) методический подход к проектированию программного интерфейса прикладного программирования на основе онтологии Semantic Sensor Network,
- б) методический подход к проектированию программного интерфейса прикладного программирования для электронных потребительских устройств с механизмами управления.

## **4.2 Методический подход к проектированию программного интерфейса прикладного программирования на основе онтологии Semantic Sensor Network**

Архитектурный стиль REST и Linked Data принципы [9] расширяют возможности «машин» в Интернете, так же как HTML расширил возможности людей. Некоторые требуемые части уже представлены в других стандартах, но попыткой Hydra является заполнение «пробелов» между этими частями. Hydra - это онтология и набор архитектурных принципов для динамического обнаружения ресурсов и их связей, предоставляемых данным API. На рисунке 4.1 представлены концепты и связи представленные в онтологии. Описание концептов и связей представлено в соответствующей спецификации [10].

В рамках методического подхода, представленного в данном разделе, предлагаются следующие расширения подхода на основе онтологии Hydra:

- а) расширение структуры API для доступа к данным сенсорных сетей,
- б) разработка комплексной онтологии, объединяющей Hydra и SSN,

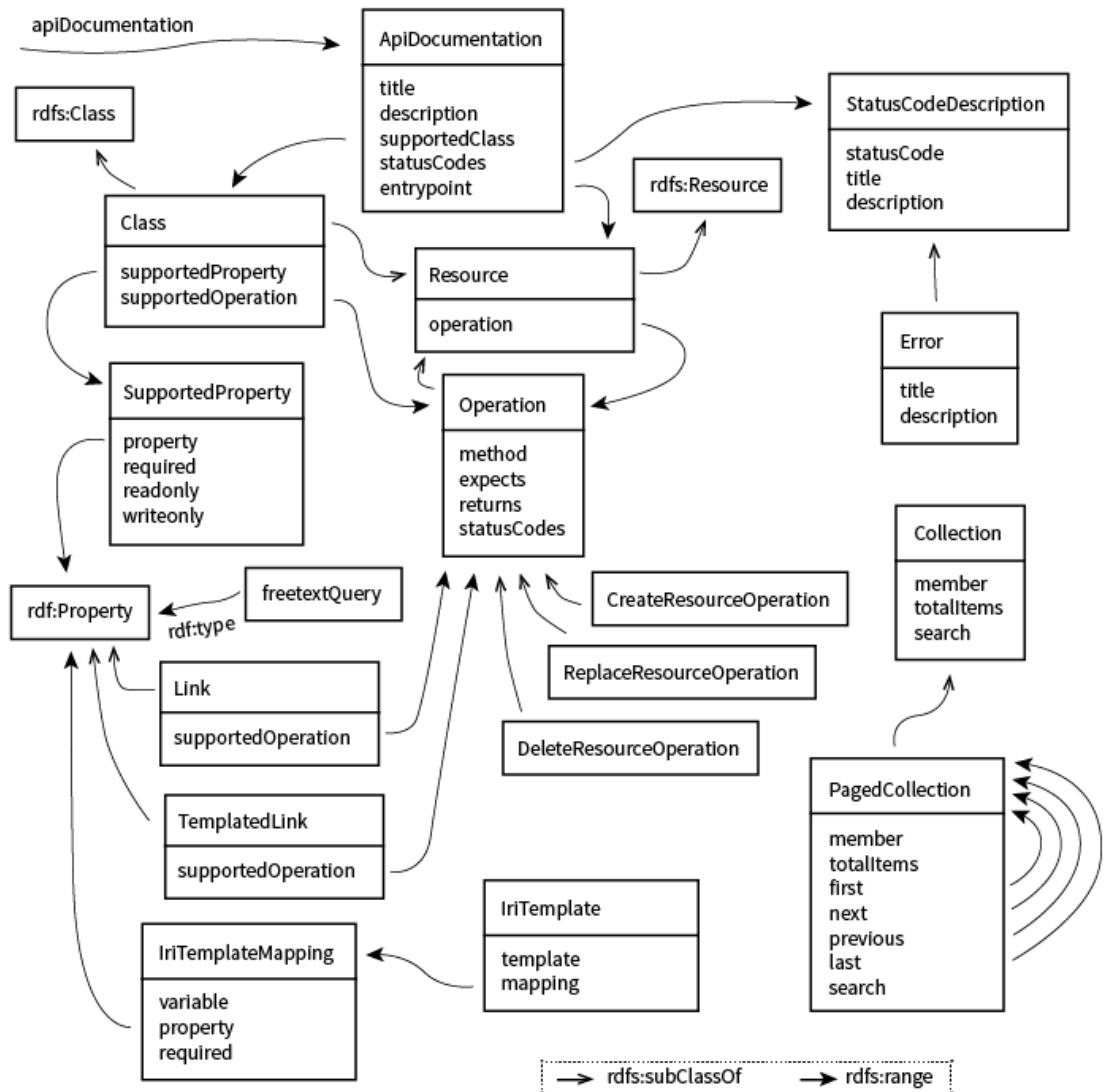


Рисунок 4.1 – Концепты и связи в онтологии Hydra

- в) расширение онтологии Hydra для поиска сенсоров по их геокоординатам,
- г) расширение онтологии Hydra для поиска показаний сенсоров за данный период времени.

Онтология Semantic Sensor Network описывает базовую структуру простых сенсоров и составных устройств. Эта структура основывается на концепте `ssn:System` и связи `ssn:hasSubSystem` (см. рисунок 4.2). Такая структура описывает любое электронное устройство как `ssn:System`, а его составные части как подсистемы через связь `ssn:hasSubSystem`. Следуя этой структуре предлагается в API иметь 2 базовые коллекции. Одна из них - это коллекция систем, а вторая - коллекция сенсоров, которые составляют системы.

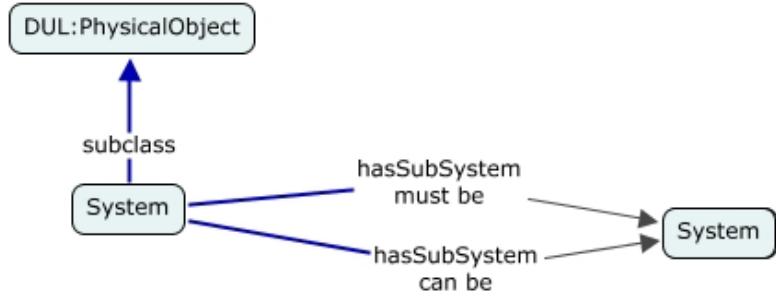


Рисунок 4.2 — Концепт ssn:System и связь ssn:hasSubSystem

Каждый ресурс из коллекции систем должен иметь следующие обязательные поля: (а) название (т.е. rdfs:label) и (б) все классы, к которым относится этот ресурс, и в том числе обязательно класс ssn:System. (через связь rdf:type). У ресурсов коллекции сенсоров название может отсутствовать.

Пример описание коллекций систем и сенсоров с помощью онтологии Hydra представлен на рисунке 4.3.

В соответствии с данным подходом каждый ресурс коллекции имеет свой URL, перейдя по которому можно получить описание ресурса в терминах онтологии SSN и других, а так же гиперссылки на другие связанные ресурсы. В частности ресурсы типа ssn:System должны иметь как минимум одну подсистему, которая относится к классу ssn:SensingDevice.

Следующим требованием к структуре API является предоставление информации по URL системы, ни только о самой системе, но и её подсистемах. Соответственно обязательным атрибутом ресурса должны быть ssn:hasSubSystem.

Доступ к последним показаниям должен предоставляться по протоколу WebSocket<sup>1</sup>. Для указания URL, по которому следует слушать сообщения по данному протоколу, следует использовать концепт vocab:observations, представленный на рисунке 4.4. Данный концепт - это ссылка на ресурс типа WebSocketResource, подписавший на который клиент получает экземпляры класса ssn:Observation.

Соответственно ссылка vocab:observations должна быть обязательным атрибутом ресурса класса ssn:SensingDevice, который представляет сенсор.

---

<sup>1</sup>См. <https://ru.wikipedia.org/wiki/WebSocket>

```

1 ...
2 {
3     "@id": "vocab:EntryPoint/systems",
4     "@type": "hydra:Link",
5     "rdfs:domain": "vocab:EntryPoint",
6     "rdfs:range": "vocab:SystemCollection",
7     "hydra:supportedOperation": [
8         {
9             "@type": "hydra:Operation",
10            "hydra:method": "GET",
11            "hydra:returns": "vocab:SystemCollection"
12        }
13    ]
14 },
15 {
16     "@id": "vocab:EntryPoint/sensors",
17     "@type": "hydra:Link",
18     "rdfs:domain": "vocab:EntryPoint",
19     "rdfs:range": "vocab:SensorCollection",
20     "hydra:supportedOperation": [
21         {
22             "@type": "hydra:Operation",
23             "hydra:method": "GET",
24             "hydra:returns": "vocab:SensorCollection"
25         }
26     ]
27 },
28 {
29     "@id": "vocab:SystemCollection",
30     "@type": "hydra:Class",
31     "rdfs:subClassOf": "hydra:Collection"
32 },
33 {
34     "@id": "vocab:SensorCollection",
35     "@type": "hydra:Class",
36     "rdfs:subClassOf": "hydra:Collection"
37 }
38 ...

```

Рисунок 4.3 – Определение коллекций систем и сенсоров

В отчете за 2-й этап данного ПНИ [1] представлены примеры описания составных электронных потребительских устройств и их показаний.

```

1 ...
2 {
3     "@id": "vocab:observations",
4     "@type": "hydra:Link",
5     "rdfs:range": "vocab:WebSocketResource",
6     "hydra:supportedOperation": [
7         {
8             "@type": "vocab:WebSocketSubscribeOperation",
9             "hydra:returns": "ssn:Observation"
10        }
11    ]
12 }
13 ...

```

Рисунок 4.4 — Определение концепта vocab:observations

Современные веб браузеры, например такие как Mozilla Firefox<sup>1</sup> и Google Chrome<sup>2</sup> ограничивают количество одновременных WebSocket-соединений, поэтому в случаях когда этот лимит может быть превышен, использование отдельных WebSocket-соединений для каждого сенсора невозможно. Для решений этой проблемы используются протоколы, работающие на основе шаблона проектирования «Издатель-Подписчик»<sup>3</sup>. Примером такого протокола является протокол WAMP (The Web Application Messaging Protocol)<sup>4</sup>, который работает поверх WebSocket. Для аннотирования ссылок на WebSocket-ресурсы и WAMP-ресурсы были разработана онтология, расширяющая онтологию Hydra. Таксономия классов этой онтологии представлена на рисунке 4.5.

Для подписки на получение сообщений по протоколу WAMP клиенту необходимо знать следующие параметры: (a) адрес WAMP брокера и (б) название топика. Для генерации URL ресурса предлагается использовать оба этих параметра, например, ws://<адрес брокера>?topic=<имя топика>. Пример ссылки на WAMP-ресурс, на который можно подписаться для получения экземпляров класса ssn:Observation, представлен на рисунке 4.6.

---

<sup>1</sup>См. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Mozilla\\_Firefox](https://ru.wikipedia.org/wiki/Mozilla_Firefox)

<sup>2</sup>См. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Google\\_Chrome](https://ru.wikipedia.org/wiki/Google_Chrome)

<sup>3</sup>См. [https://en.wikipedia.org/wiki/Publish-subscribe\\_pattern](https://en.wikipedia.org/wiki/Publish-subscribe_pattern)

<sup>4</sup>См. <http://wamp-proto.org/>

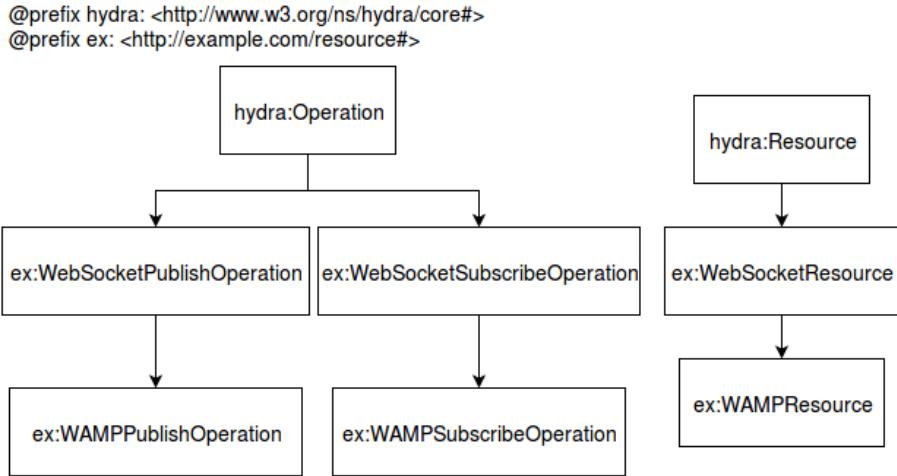


Рисунок 4.5 — Таксономия классов онтологии, расширяющей Hydra, для представления WebSocket и WAMP ресурсов

```

1 ...
2 {
3     "@id": "vocab:wamp-link",
4     "@type": "hydra:Link",
5     "rdfs:range": "vocab:WAMPResource",
6     "hydra:supportedOperation": [
7         {
8             "@type": "vocab:WAMPSubscribeOperation",
9             "hydra:returns": "ssn:Observation"
10        }
11    ]
12 }
13 ...

```

Рисунок 4.6 — Пример ссылки на WAMP-ресурс для получения экземпляров класса ssn:Observation

Коллекции систем и сенсоров, описанные выше, могут иметь большое количество элементов, клиенту в большинстве случаях интересна только определенный набор этих элементов, которые иметь некоторые общие характеристики, например местоположение. Для выборки элементов коллекции по каким-либо характеристикам используется концепт `hydra:filter` и шаблонные ссылки (`hydra:IriTemplate`). В рамках данного метода предложено использование этих и других концептов для описания шаблонной ссылки на выборки элементов по их вхождению в область, характеризующуюся координатами центра и радиусом. Описание такой шаблонной ссылки, где для аннотиро-

вания переменных используются концепты из таксономии Schema.org<sup>1</sup>, представлено на рисунке 4.7.

```
1 ...
2 {
3     "@id": "vocab:SystemCollection",
4     "@type": "hydra:Class",
5     "rdfs:subClassOf": "hydra:Collection",
6     "hydra:filter": {
7         "@type": "hydra:IriTemplate",
8         "hydra:template": "/systems?{?latitude ,?longitude ,?radius}",
9         "hydra:mapping": [
10             {"hydra:variable": "latitude", "hydra:property":
11                 "http://schema.org/latitude"}, {"hydra:variable": "longitude", "hydra:property":
12                 "http://schema.org/longitude"}, {"hydra:variable": "radius", "hydra:property":
13                 "http://schema.org/geoRadius"}]
14         }
15     },
16 }
```

Рисунок 4.7 — Описание фильтра коллекции по геокоординатам

Значение свойства hydra:template должно быть заменено назначение соответствующее URL коллекции.

И еще одним требуемым элементом интерфейса является получение показаний сенсоров за некоторый период времени. Реализация этого элемента так же основывается на коллекции с набором фильтров. В рамках данного метода рассматриваются показания, аннотируемые онтологией Semantic Sensor Networks, поэтому выборка показаний может происходить по следующим характеристикам: (а) время снятия показаний, (б) тип измеряемого значения и (в) сущность, к которой относится измеряемое значение.

Описание такой коллекции и фильтра для выборки показаний сенсоров представлено на рисунке 4.8. Выборка происходит по следующим обязательным и опциональным параметрам:

---

<sup>1</sup>См. <http://schema.org>

```

1 ...
2 {
3     "@id": "vocab:ObservationCollection",
4     "@type": "hydra:Class",
5     "rdfs:subClassOf": "hydra:Collection",
6     "hydra:filter": {
7         "@type": "hydra:IriTemplate",
8         "hydra:template": "/observations/1232131?{?start,?finish,?radius}",
9         "hydra:mapping": [
10             {"hydra:variable": "start", "hydra:property": "xsd:dateTime"}, ,
11             {"hydra:variable": "finish", "hydra:property": "xsd:dateTime"}, ,
12             {"hydra:variable": "property", "hydra:property": "ssn:Property", ,
13                 "hydra:required": false}, ,
14             {"hydra:variable": "featureOfInterest", "hydra:property": ,
15                 "ssn:FeatureOfInterest", "hydra:required": false}
16         ]
17     }
18 }
19 ...

```

Рисунок 4.8 — Описание выборки показаний сенсора по времени и характеристикам

- a) start - начала временного интервала. Значение должно соответствовать типу xsd:dateTime.
- б) finish - конец временного интервала. Значение аналогично пред. параметру.
- в) property - URI свойства, которое измеряется или наблюдается сенсором.
- г) featureOfInterest - URI сущности, которой принадлежит данное свойство.

Параметры property и featureOfInterest являются опциональными и могут быть опущены или же им может быть присвоено пустое значение.

### **4.3 Методический подход к проектированию программного интерфейса прикладного программирования для электронных потребительских устройств с механизмами управления**

Аналогично методическому подходу описанному в разделе 4.2 данный подход основывается на развитии архитектурного стиля REST для проектирования программного интерфейса прикладного программирования для электронных потребительских устройств с механизмами управления (далее - актуаторы).

Согласно проведенному обзору существующих онтологий [11] выявлено малое количество онтологий, моделирующих электронные потребительские устройства с механизмами управления. Единственной известной и поддерживаемой онтологией является онтология DogOnt<sup>1</sup>.

В рамках методического подхода, представленного в данном разделе, предлагаются следующие расширения подхода на основе онтологии Hydra:

- a) расширение структуры API для отправки управляющих команд,
- б) разработка комплексной онтологии, объединяющей Hydra и DogOnt.

В рамках данного методологического подхода предлагается моделировать управляющие команды электронных устройств в виде коллекции экземпляров класса dogont:Functionality и онтологии DogOnt. Аналогично предыдущему методическому подходу, концепты и связи из комплексной онтологии, разработанные в рамках данного подхода имеют префикс *ex*. Пример моделирования функции включения и выключения актуатора проиллюстрирован на рисунке 4.9.

Согласно онтологии DogOnt классы управляющих команд актуаторов наследуются от класса dogont:Functionality, который имеет некоторое количество подклассов определяющих тип команды. В DogOnt предлагается подход отличный от того, который применяется для моделирования состояний и функций в Hydra. DogOnt кроме управляющих команд (подклассы класса dogont:ControlFuntionality), вводит понятия команд уведомлений, которые

---

<sup>1</sup>См. <http://elite.polito.it/ontologies/dogont>

```

1 ...
2 {
3     "@id": "http://localhost/actuators/<id>",
4     "@type": "dogont:Actuator",
5     "ex:functionalities": [
6         {
7             "@id": "http://localhost/actuators/<id>/functionalities/onoff",
8             "@type": "dogont:OnOffFunctionality",
9             "rdf:type": "hydra:Class",
10            "hydra:supportedOperation": [
11                {
12                    "@type": "hydra:Operation",
13                    "hydra:method": "PUT",
14                    "hydra:expects": "dogont:OnOffState",
15                    "hydra:returns": "dogont:OnOffState"
16                }
17            ]
18        }
19        ...
20    ]
21 }
22 ...

```

Рисунок 4.9 — Описание примера управляющей команды с помощью DogOnt

сообщают клиентам об изменении состояний устройства (подклассы класса dogont:NotificationFunctionality) и понятия команд запроса состояний (подклассы класса dogont:QueryFunctionality). Поэтому в рамках данного подхода предлагается использовать только управляющие команды, так как функции команд уведомлений и запросов состояний решаются протоколами HTTP и WebSocket, и соответствующих концептов Hydra.

#### 4.4 Выводы

В данном разделе отчета описаны методические подходы к обеспечению доступа внешних информационных систем к гетерогенным данным распределенной сети электронных потребительских устройств через интерфейс прикладного программирования (API).

Разработанные методические подходы полностью соответствуют требованиям Технического задания в части обеспечения доступа внешних инфор-

мационных систем к данным электронных потребительских устройств, нормализованных с помощью верхнеуровневых онтологий. Использование онтологического подхода в построении интерфейса прикладного программирования, описанное в данном разделе, строить запросы на более высоком уровне, на уровне концептов и их характеристик.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данном отчете представлены результаты работ по теоретическим исследованиям на 3 этапе ПНИ «Разработка прототипа масштабируемой сервис-ориентированной программно-аппаратной платформы на основе беспроводных сенсорных и агентных сетей, технологий семантического веба и облачных вычислений в целях агрегации, нормализации, анализа и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных в распределенной сети электронных потребительских устройств (Internet of Things)».

В данном отчете представлены результаты следующих работ, в соответствии с Планом-графиком работ (далее, ПГ):

- а) разработка технических принципов и методических подходов к организации и развертыванию решений по агрегации, нормализации, анализу и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных беспроводных сенсорных сетей, осуществляющих сбор, первичную обработку, семантическое аннотирование и передачу данных от потребительских устройств к центрам обработки данных.
- б) разработка методических подходов к передаче данных от потребительских устройств к центрам обработки данных.
- в) разработка технических принципов и методических подходов к организации защиты информации, передаваемой в распределенной сети электронных потребительских устройств (Internet of Things).
- г) разработка методических подходов к обеспечению доступа внешних информационных систем к гетерогенным данным распределенной сети электронных потребительских устройств через интерфейс прикладного программирования (API).
- д) проведение маркетинговых исследований с целью изучения перспектив коммерциализации РИД, полученных при выполнении ПНИ.
- е) проведен анализ отечественного и мирового рынка, идентификация перспективного сектора для последующей коммерциализации результатов ПНИ.

Далее перечисляются основные результаты, полученные за отчетный период и описанные в данном отчете о ПНИ.

В рамках работы по п.3.1 ПГ разработаны технические принципы и методические подходы к организации и развертыванию решений по агрегации, нормализации, анализу и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных беспроводных сенсорных сетей, осуществляющих сбор, первичную обработку, семантическое аннотирование и передачу данных от потребительских устройств к центрам обработки данных с применением приемов онтологического инжиниринга и технологий семантического веба в составе:

- а) методического подхода к подключению и конфигурированию электронных потребительских устройств,
- б) технического принципа получения координат области поиска электронных потребительских устройств,
- в) методического подхода к развертыванию и конфигурированию МШСПОИ,
- г) технического принципа автоматического обновления программного обеспечения МШСПОИ.

Разработанные в рамках данной работы методические подходы и технические принципы соответствуют требованиям технического задания, в частности требованиям изложенным в пункте 4.1.5 ТЗ.

В рамках работы по п.3.2 ПГ разработаны методические подходы к передаче данных от потребительских устройств к центрам обработки данных в составе:

- а) методического подходы к проксированию данных от электронных потребительских устройств к ЦОД.
- б) методического подхода к передаче статических и потоковых данных электронных устройств к ЦОД.

Разработанные в рамках данной работы методические подходы полностью соответствуют требованиям технического задания, в частности требованию пункта 4.2.5 ТЗ.

В рамках работы по п.3.3 ПГ разработаны технические принципы и методические подходы к организации защиты информации, передаваемой в распределенной сети электронных потребительских устройств (Internet of Things) в составе:

- а) методического подхода к авторизации пользователей МШСПОИ через социальные сети.
- б) технического принципа авторизации пользователей МШСПОИ через Github.
- в) методического подхода к аутентификации и контролю доступа к разделяемым ресурсам системы.
- г) технического принципа авторизации внешних агентов для доступа к данным электронных устройств.

Разработанные методические подходы и технические принципы соответствуют требованиям перечисленным в техническом задании, в частности требованиям пункта 4.1.7 ТЗ.

В приложении А представлены результаты проведенного маркетингового исследования с целью изучения перспектив коммерциализации РИД, полученных в рамках ПНИ. И в приложении Б представлены результаты проведенного анализа отечественного и мирового рынка.

На отчетном этапе были достигнуты все необходимые результаты в полном объеме, предусмотренные Планом-графиком работ, которые удовлетворяют требованиям, сформулированным в техническом задании.

На специализированном сайте в сети Интернет, доступном по адресу <http://semiot.ru>, размещена информацию о ходе выполнения и результатах промежуточных работ по данному ПНИ.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Муромцев, Д. И. Разработка прототипа масштабируемой сервис-ориентированной программно-аппаратной платформы на основе беспроводных сенсорных и агентных сетей, технологий семантического веба и облачных вычислений в целях агрегации, нормализации, анализа и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных в распределенной сети электронных потребительских устройств (Internet of Things). Этап 2 «Теоретические исследования поставленных перед ПНИ задач (очередь 1)» / Д. И. Муромцев и др.; ВИНИТИ. — М.: Университет ИТМО, 2015. — Июль.
- 2 Муромцев, Д. И. Разработка прототипа масштабируемой сервис-ориентированной программно-аппаратной платформы на основе беспроводных сенсорных и агентных сетей, технологий семантического веба и облачных вычислений в целях агрегации, нормализации, анализа и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных в распределенной сети электронных потребительских устройств (Internet of Things). Этап 1 «Выбор направления исследований» / Д. И. Муромцев и др.; ВИНИТИ. — М.: Университет ИТМО, 2014. — Июль.
- 3 Viehböck, Stefan. Brute forcing wi-fi protected setup / Stefan Viehböck // Wi-Fi Protected Setup. — 2011.
- 4 Bülthoff, Frederik. RESTful or RESTless – Current State of Today's Top Web APIs / Frederik Bülthoff, Maria Maleshkova // The Semantic Web: ESWC 2014 Satellite Events / edited by Valentina Presutti, Eva Blomqvist, Raphael Troncy at al. — Springer International Publishing, 2014. — Vol. 8798 of Lecture Notes in Computer Science. — Pp. 64–74.
- 5 Fielding, Roy T. Principled Design of the Modern Web Architecture / Roy T. Fielding, Richard N. Taylor // Proceedings of the 22Nd International Conference on Software Engineering. — ICSE '00. — 2000. — Pp. 407–416.
- 6 Alarcon, Rosa. Hypermedia-Driven RESTful Service Composition / Rosa Alarcon, Erik Wilde, Jesus Bellido // Service-Oriented Computing / edit-

ed by E. Michael Maximilien, Gustavo Rossi, Soe-Tsyr Yuan et al. — Springer Berlin Heidelberg, 2011. — Vol. 6568 of Lecture Notes in Computer Science. — Pp. 111–120.

7 Lanthaler, Markus. Creating 3rd Generation Web APIs with Hydra / Markus Lanthaler // Proceedings of the 22Nd International Conference on World Wide Web. — WWW '13 Companion. — Republic and Canton of Geneva, Switzerland: International World Wide Web Conferences Steering Committee, 2013. — Pp. 35–38.

8 Markus, Lanthaler. Hydra: A Vocabulary for Hypermedia-Driven Web APIs / Lanthaler Markus, Guetl Christian // Proceedings of the WWW2013 Workshop on Linked Data on the Web. — 2013.

9 Bizer Christian, Tom Heath. Linked Data: The Story so Far / Tom Heath Bizer, Christian, Tim Berners-Lee // Semantic Services, Interoperability and Web Applications: Emerging Concepts / edited by Sheth Amit. — IGI Global, 2011. — Pp. 205–227.

10 Hydra Core Vocabulary: A Vocabulary for Hypermedia-Driven Web APIs, Unofficial Draft 29 October 2015: Черновик стандарта / Google: World Wide Web Consortium, 2015.

11 Ontologies for Web of Things: A Pragmatic Review / M. Kolchin, N. Klimov, A. Andreev et al. // Knowledge Engineering and Semantic Web. — Vol. 518 of Communications in Computer and Information Science. — 2015. — Pp. 102–116.

## **Приложение А**

Отчет о маркетинговых исследованиях с целью изучения перспектив коммерциализации РИД, полученных при выполнении ПНИ

ОТЧЕТ  
О МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ  
С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ РИД,  
ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПНИ

Санкт-Петербург 2015

## **A.1 Аннотация**

Целью проведения маркетингового исследования является изучение перспектив коммерциализации РИД, полученных при выполнении ПНИ.

Результатом интеллектуальной деятельности, для которого проводится данное маркетинговое исследование, является «Система сбора, нормализации и анализа гетерогенных данных сенсорной сети «SemIoT Platform» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015660433). Эта платформа предназначена для агрегации, нормализации, анализа и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных в распределенной сети электронных потребительских устройств (Internet of Things, IoT).

Следующие задачи были решены в процессе маркетингового исследования:

- a) Сбор данных,
- б) Подготовка и анализ данных.

Несмотря на то, что концепция Internet of Things является относительно новой технологией как для бизнеса, так и для рядовых пользователей, значимость IoT решений начинают осознавать как промышленные структуры, так и государственные предприятия. По прогнозу International Data Corporation (IDC) около 212 миллиардов устройств смогут объединиться в единую сеть к концу 2020 года. Это огромный рынок, на который хотят выйти многие мировые корпорации. В связи с этим, уже созданы два больших консорциума по разработке стандартов для IoT.

Рынок Интернет вещей стремительно развивается. Уже сейчас многие корпорации предпринимают шаги по коммерциализации данного направления. Поэтому изучение интереса к сервис-ориентированной программно-аппаратной платформе необходимо для оценки спроса на РИД, как со стороны коммерческих предприятий, так и со стороны научных подразделений, развивающих новые технологии.

## **A.2 Сбор данных**

### **A.2.1 Интернет вещей**

Интернет вещей, как и многие другие научные концепции, зародился в Массачусетском технологическом институте (MIT). В 1999 году там был создан Центр автоматической идентификации (Auto-ID Center), занимавшийся радиочастотной идентификацией (RFID) и новыми сенсорными технологиями. Центр координировал работу семи университетов, расположенных на четырех континентах. Именно здесь была разработана архитектура Интернета вещей.

Прежде чем рассказать о нынешнем состоянии Интернета вещей, нужно дать определение этому понятию. По мнению консалтингового подразделения Cisco IBSG (Internet Business Solutions Group), Интернет вещей — всего лишь момент времени, когда количество «вещей» или материальных объектов, подключенных к Интернету, превысило число людей, пользующихся Всемирной паутиной.

В 2003 году на планете проживало около 6,3 млрд человек, а к Интернету было подключено 500 млн устройств. Разделив количество подключенных устройств на величину населения земного шара, можно увидеть, что на каждого человека тогда приходилось по 0,08 такого устройства. Таким образом, в соответствии с определением Cisco IBSG, в 2003 году Интернета вещей еще не было. Смартфоны в то время только появились на рынке.

В 2010 году в результате стремительного распространения смартфонов и планшетных компьютеров количество подключенных устройств выросло до 12,5 млрд, тогда как население Земли составило 6,8 млрд человек. Таким образом, впервые в истории на каждого человека стало приходиться более одного подключенного устройства (1,84 устройства на душу населения).

Уточнив затем эти цифры, исследователи Cisco IBSG сделали заключение о том, что Интернет вещей появился на свет в промежутке между 2008 и 2009 годами, диаграмма развития представлена на рисунке А.1. Сегодня Интернет вещей живет и здравствует, чему в немалой степени способствуют такие инициативы, как интеллектуальная энергосеть (Smart Grid), интеллектуальные автомобили, умный дом (Smart Home).

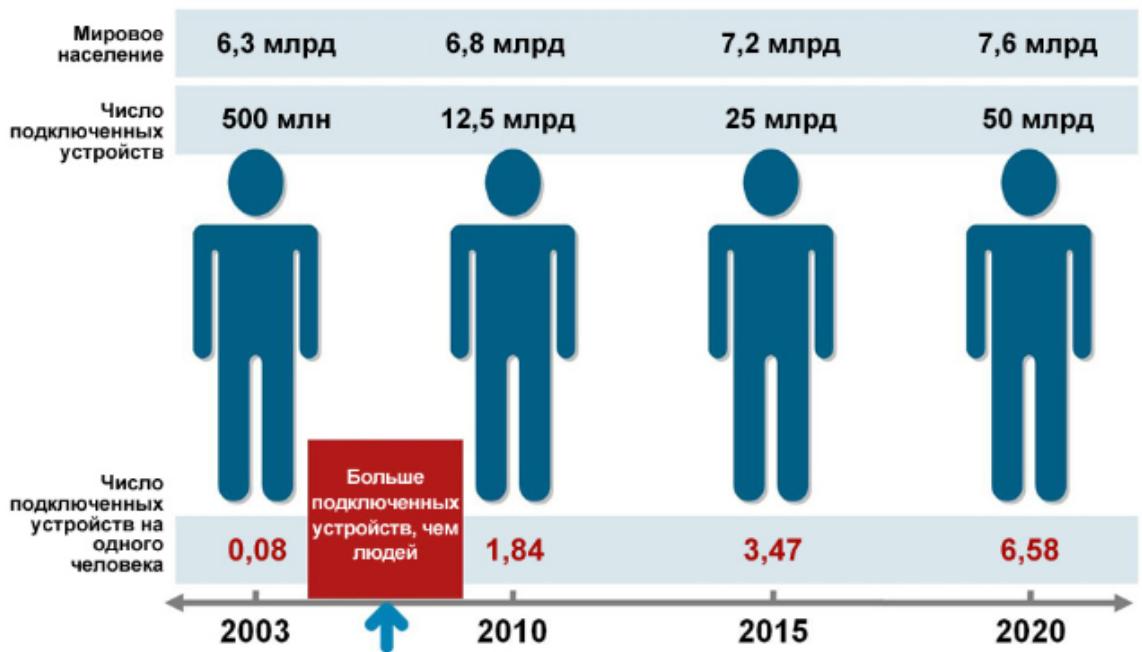


Рисунок А.1 — Интернет вещей появился на свет в промежутке между 2008 и 2009 годами

Заглядывая в будущее, Cisco IBSG прогнозирует, что к 2015 году к Интернету будет подключено 25 млрд, а к 2020 году — 50 млрд устройств. Важно заметить, что эти прогнозы не учитывают ускоренного развития интернет - технологий и устройств. Представленные показатели основаны на сегодняшних представлениях<sup>1</sup>.

Если рассмотреть данные исследований еще одного консалтингового агентства, MIT Technology Review Business Report, то к 2020 году количество Интернет вещей превысит количество смартфонов и ПК (см. рисунок А.2).

В мировой практике инвестиции в IoT за 2013 год составили около \$1,2 млрд, а за первый квартал 2014 - более \$868,26 млн. Основными инвесторами в мире являются: Intel Capital, True Ventures, Foundry Group, Doll Capital Management, First Round Capital, The Social+Capital Partners, а в России это TMT Investments, Leta Capital и Maxfield Capital.

Косвенным подтверждением роста количества подключенных устройств на одного человека, является график обращения пользовате-

<sup>1</sup> См. [http://www.cisco.com/web/RU/assets/executives/pdf/Internet\\_of\\_Things\\_IoT\\_IBSG\\_0411FINAL.pdf](http://www.cisco.com/web/RU/assets/executives/pdf/Internet_of_Things_IoT_IBSG_0411FINAL.pdf)



Рисунок А.2 — График роста количества подключенных устройств

лей к поисковому ресурсу Яндекс с запросом “Internet of Things” (см. рисунок А.3). На лицо увеличение интереса к исследуемому предмету.

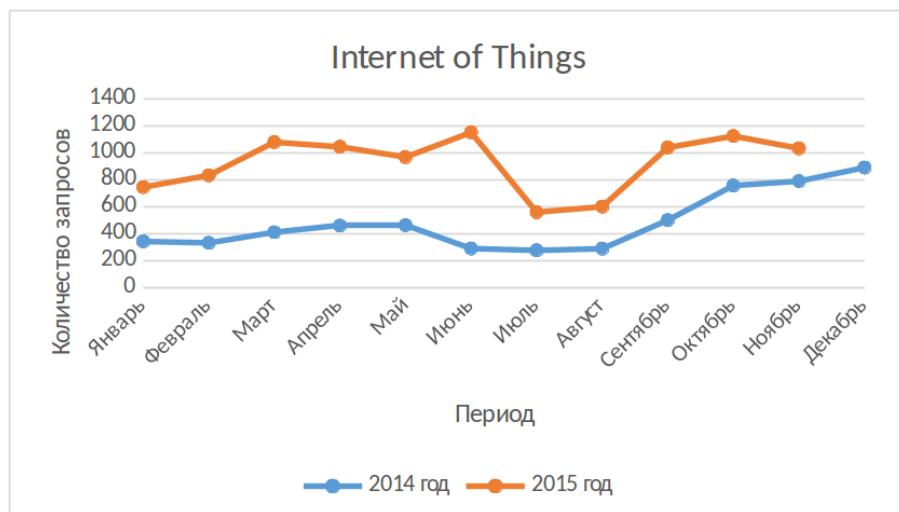


Рисунок А.3 — График обращения пользователей с запросом ”Internet of Things”

Затрагивая тему рынка Интернет вещей, невозможно обойти стороной работу Мэтта Тёрка (Matt Turck), управляющего директора фирмы FirstMark Capital. Он опубликовал так называемую карту «Экосистема «Интернета вещей» (см. рисунок А.4), на которой представил не только сегментацию рынка,

но и привел конкретные имена наиболее значимых игроков в каждом сегменте.

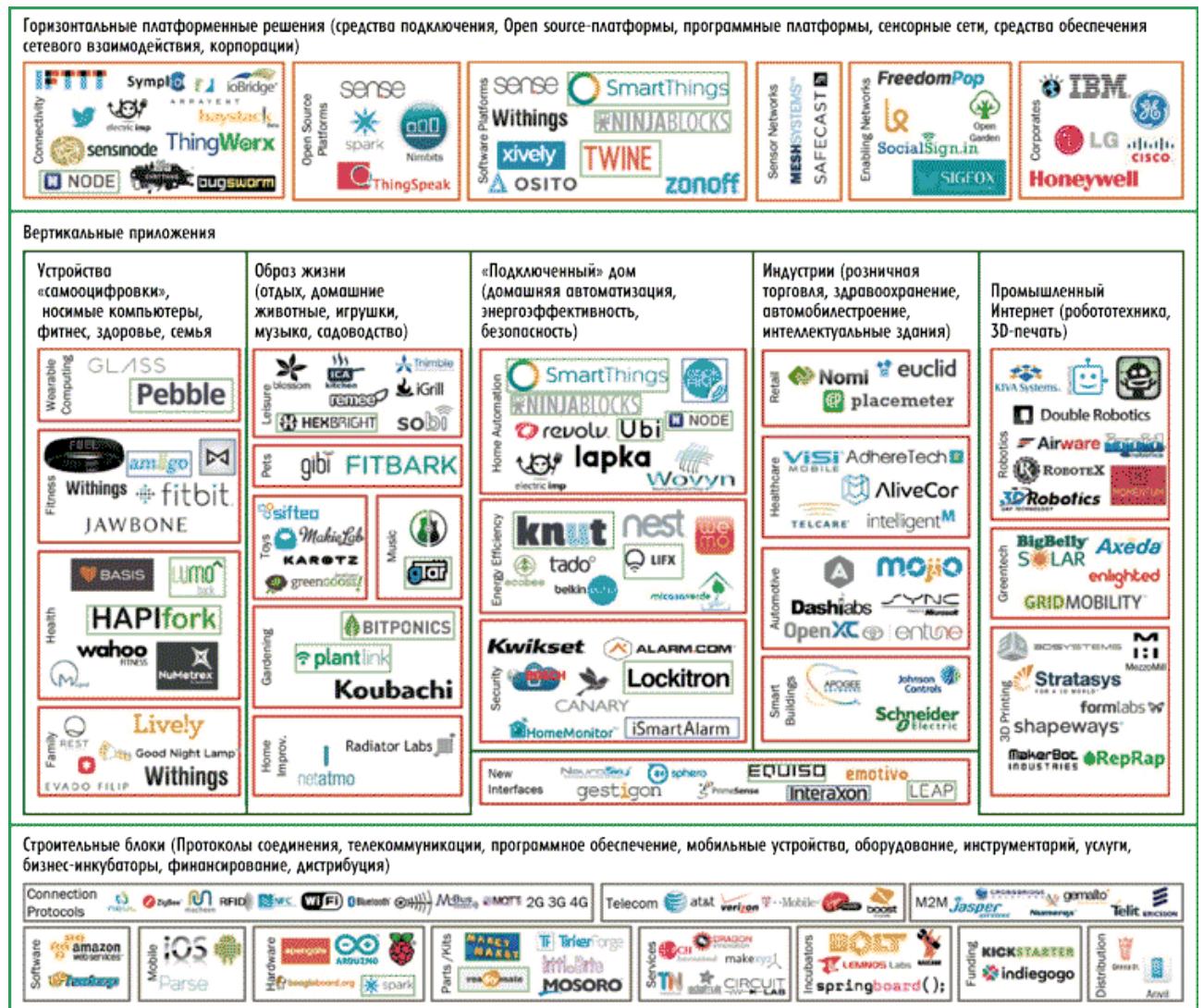


Рисунок А.4 — Экосистема "Интернет вещей"

На приведенной схеме выделены три крупных блока: горизонтальные платформенные решения, вертикальные приложения и строительные блоки. Игроки, находящиеся в части вертикальных приложений, стремятся перейти на уровень выше и занять нишу горизонтальных платформенных решений. Однако остается открытым вопрос, смогут ли компании, предлагающие решение для одного вертикального блока, быть приспособлены для вертикальных решений другого класса.

Предлагаемый РИД претендует на место в части горизонтальных платформенных решений. Он интересен, в первую очередь, своей интероперабельностью и возможностью обрабатывать гетерогенные данные. Не составит се-

рьезных трудностей настроить работу платформы таким образом, чтобы удовлетворить требованиям различных вертикальных приложений. Далее, рассмотрим некоторые производственные отрасли, в которых возможно использование сервис-ориентированной платформы, оперирующей гетерогенными данными.

### A.2.2 Интеллектуальные автомобили

По прогнозам IHS, к 2022 году количество подключенных к интернету автомобилей (Connected Cars) в мире увеличится более чем в три раза по сравнению с 2015 годом (26,5 млн) и достигнет 82,5 млн. В продажах новых автомобилей доля продаж подключенных автомобилей возрастет с 30% в 2015 г. до 78% в 2022 г. В тройку автопроизводителей-лидеров по инновациям в области систем помощи водителю, по данным Statista, вошли VW/Audi, Mercedes и BMW (см. рисунок А.5).

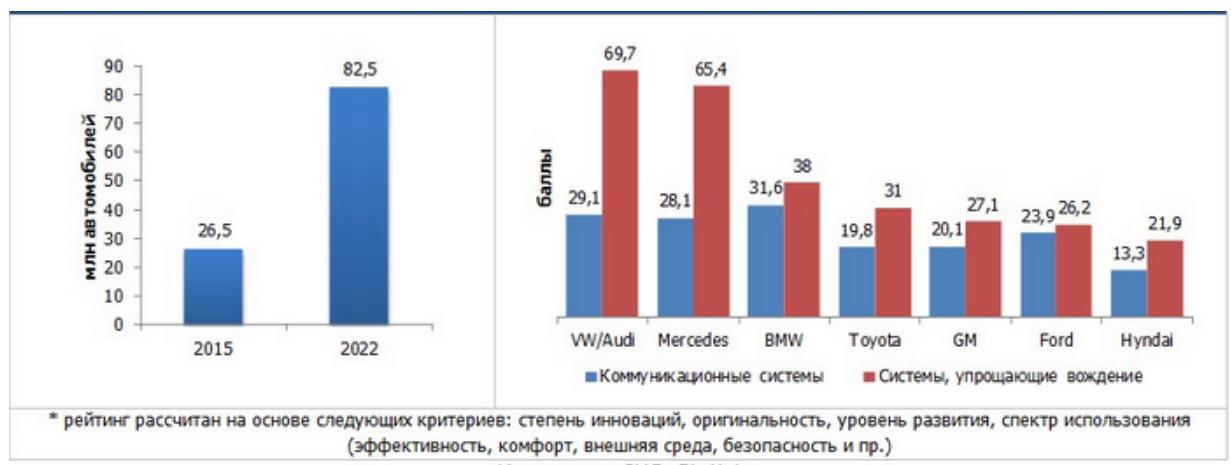


Рисунок А.5 — Количество подключенных автомобилей в мире (2015-2022 гг.) и рейтинг автопроизводителей по критерию оснащенности системами помощи водителю

По оценке ABI Research, поставки автомобилей с подключенными автомобильными информационно-развлекательными системами (Infotainment), включая навигационные сервисы и Wi-Fi-хот-спот, будут расти с показателем CAGR, равным 33,8% в течение ближайших 5 лет (2015–20 гг.). За этот период будет продано около 342 млн систем Infotainment. Основной рост будет приходиться на относительно недорогие решения, предполагающие использо-

вание смартфона в качестве точки доступа в Сеть. Но и в более дорогих моделях со встроенными модулями связи интеграция со смартфоном также будет обеспечена. Тем не менее маловероятно, что такие системы, как AndroidAuto, AppleCarPlay и MirrorLink, станут единственными системами Infotainment в автомобиле. Скорее всего, они будут дополнять проприетарные системы, как, например, в случае новой модели VolvoXC90.

По мнению J'son&PartnersConsulting, основными сегментами рынка российского рынка IoT на транспорте в ближайшей перспективе станут:

- а) системы автоматического реагирования экстренных служб при ДТП («ЭРА-ГЛОНАСС»);
- б) автоматизированные системы взимания платы с автомобилей;
- в) подключенные информационно-развлекательные системы;
- г) подключенные охранные-поисковые системы и системы видеонаблюдения и регистрации;
- д) умное страхование.

Остановимся поподробнее на проекте «ЭРА-ГЛОНАСС». Система запущена в промышленную эксплуатацию с 1 января 2015 г. – с этого момента обязательное оснащение оборудованием «ЭРА-ГЛОНАСС» распространяется на все типы транспортных средств, которые впервые проходят процедуру одобрения типа на соответствие требованиям технического регламента. Однако по факту большинство новых моделей можно зарегистрировать на прежний ОТТС – автопроизводителям удается обосновать, что транспортное средство кардинально не изменилось, просто появилась его модификация. Первым и пока единственным серийным легковым автомобилем, оснащенным терминалом «ЭРА-ГЛОНАСС», стала модель Lada Vesta (прогнозируемый объем продаж – до 100 тыс. автомобилей в год), продажи которой начались 25 ноября 2015 г.

В сегменте коммерческих автомобилей, как ожидается, поддерживать «ЭРА-ГЛОНАСС» будут модели Ford Transit, серийное производство которых начнется в январе 2016 г. Всего по состоянию на октябрь 2015 г. сертификацию проходили еще 11 автомобилей различных марок.

С 1 января 2016 г. оборудованием «ЭРА-ГЛОНАСС» должны быть оснащены транспортные средства, используемые для коммерческой перевозки пассажиров, специально предназначенные для перевозки детей в возрасте от 6 до 16 лет и перевозки опасных грузов, твердых бытовых отходов и мусора (мусоровозы), а также тягачи, используемые для буксировки прицепов, перевозящих опасные грузы, выпускаемые в обращение на территории стран Таможенного союза. А с 1 января 2017 года – все транспортные средства, выпускаемые в обращение на территории стран Таможенного союза.

В государственном сегменте устройства «ЭРА-ГЛОНАСС» внедряются в школьных автобусах, на муниципальном транспорте, автомобилях скорой помощи и пр.

С 15 ноября 2015 г. в России начала работать система «Платон» для взимания платы с грузовиков массой 12 тонн и более в счет возмещения ущерба, наносимого федеральным автомобильным дорогам. Несмотря на неудачный стартовый запуск «Платона», проект с большой долей вероятности будет реализован. В этом случае объем российского рынка IoT расширится в ближайшие 1,5–2 года примерно на 2 млн SIM-карт для бортовых устройств, которые будут установлены в грузовой автотранспорт и являются одним из способов оплаты проезда большегрузного транспорта.

По оценкам президента НП «ГЛОНАСС» Александра Гурко, российский рынок спутниковой навигации достаточно ограничен в объеме, а благодаря программе «ЭРА-ГЛОНАСС» удается масштабировать этот рынок до 2-3 миллионов устройств в год<sup>1</sup>.

Таким образом, можно выделить следующие проблемы, связанные с интеллектуальными транспортными системами, требующие решения:

- а) необходимость в мониторинге текущего местоположения автотранспортных средств;
- б) необходимость в актуальной информации об оставшемся запасе топлива, его среднем расходе;
- в) необходимость в информировании о возникновении экстренных ситуаций, происходящих на дорогах;

---

<sup>1</sup> См. [http://json.tv/ict\\_telecom\\_analytics\\_view/perspektivy-rossiyskogo-rynka-m2miot-v-transportnoy-otrasli-do-2020-goda-20151211043329](http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/perspektivy-rossiyskogo-rynka-m2miot-v-transportnoy-otrasli-do-2020-goda-20151211043329)

г) необходимость в учете автотранспортных средств, оплативших движение по платным участкам автомагистралей.

### **A.2.3 Интеллектуальные сети тепло и электроснабжения**

Еще с 70-х годов XX века в Советском Союзе, США и Европе проводились эксперименты по созданию "умных" сетей, которые сегодня носят название Smart Grid. Технология SMART (Self Monitoring Analysis and Reporting Technology) – технология самодиагностики, анализа и отчета – была создана для повышения надежности работы оборудования, возможности контролировать его на расстоянии.

Технология Smart Grid – представляет собой систему, оптимизирующую энергозатраты, позволяющую перераспределять электроэнергию. "Интеллектуальные" сети – комплекс технических средств, позволяющий оперативно менять характеристики электрической сети. На технологическом уровне происходит объединение электрических сетей, потребителей и производителей электричества в единую автоматизированную систему, которая в реальном времени позволяет отслеживать и контролировать режимы работы всех участников процесса.

Использование таких интеллектуальных сетей позволяет не только значительно сократить потери, но и:

- а) более эффективно использовать имеющуюся энергию;
- б) интегрировать и распределять энергию из альтернативных источников;
- в) в автоматическом режиме диагностировать и устранять возникающие проблемы;
- г) поставлять электричество в необходимом количестве;
- д) сократить затраты энергоресурсов (например, в США при введении Smart Grid потребление нефти может уменьшиться на 6.2 барреля в сутки);
- е) сократить выбросы в атмосферу углекислого газа.

Главным преимуществом новой системы является двусторонняя связь с потребителем электроэнергии. Технология Smart Grid действует через систему

му "интеллектуальных" счетчиков, установленных на предприятиях, в квартирах и т. д. Они передают информацию о потреблении энергии, что позволяет скорректировать использование электроприборов во времени; распределить электричество в зависимости от потребности. В свою очередь все это позволит потребителю значительно снизить расходы на электроэнергию.

В Европе предусмотрено финансирование программ по распространению "умных" сетей в размере 750 млрд. долл. в течение 30 лет.

На сегодняшний день наиболее активно и полномасштабно технология Smart Grid развивается и распространяется в Дании. В большей степени это связано с тем, что именно в этой стране значительное количество энергии поступает из альтернативных источников (20% от общего объема энергии составляет ветряная).

В феврале 2010 года премьер-министр России В.В. Путин высказал идею о развитии в нашей стране системы "интеллектуальных" сетей, которая пока находится в зачаточном состоянии. ФСК разработало программу развития энергосистемы с "интеллектуальной" сетью, куда входит подпрограмма "Активно-адаптивные сети на период 2010-2012 годов с общим объемом инвестиций 519 млрд. руб.

По данным Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы (ФСК ЕЭС) введение в России "умных сетей" позволит не только уменьшить потери электроэнергии на 25%, но и сэкономить 34-35 млрд. кВт·ч в год (в США – 2.9 млрд. кВт·ч). При нынешних ценах на электричество (1.48 руб за кВт·ч) ежегодная экономия составит более 50 млрд. руб. В десятки раз уменьшатся выбросы в атмосферу вредных веществ, выделяющихся при сжигании топлива, использование которое также сократится.

В нашей стране реализацией концепции Smart Grid занимается ОАО "Холдинг МРСК" – ведущий игрок на российском рынке по внедрению инновационных технологий в электросетевом распределительном комплексе. Он был создан в 2008 году, путем выделения из ОАО РАО "ЕЭС России". В своей структуре он объединяет межрегиональные распределительные сетевые компании, научно-исследовательские и проектно-конструкторские институты, строительные и сбытовые организации. Более 2 млн. км составляет общая

протяженность сетей компании, по которым в 2008 году было передано 637 млрд. кВт·ч энергии, а чистая прибыль превысила 12 млн. руб.

При реализации технологии Smart Grid необходимо учитывать особенности структуры линий электропередач и рынка электроэнергии в целом различных стран. На сегодняшний день в США "возраст" приблизительно 70% трансформаторных линий передач составляет 25 и более лет. В России 52% оборудования уже превысило свой нормативный срок (30-40 лет), а 7% – отработало его дважды. В Соединенных Штатах действуют около 3 тыс. электростанций, каждая из которых занимается обслуживанием небольшого участка; в Европе их намного меньше.

Несмотря на возникающие препятствия технология Smart Grid продолжает распространяться. По экспертным оценкам во всем мире к началу 2009 года работало около 2 млн. "интеллектуальных" сетей, которые управляли освещением, напряжением, климатом. Ожидается<sup>1</sup>, что к 2015 году правительства, организации различных стран вложат около 200 млрд. долл. в развитие и внедрение технологий Smart Grid.

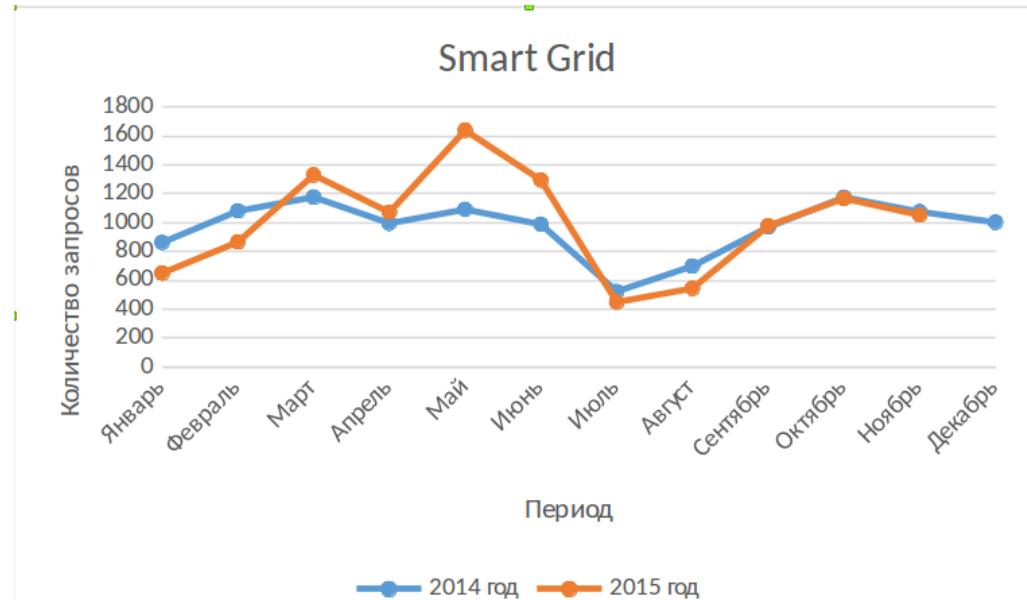


Рисунок А.6 – График обращения пользователей с запросом "Smart Grid"

Если взглянуть на количество запросов на тему Smart Grid в поисковой системе «Яндекс» (см. рисунок А.6), то можно увидеть некоторый рост интереса пользователей. Этот наглядный пример говорит о том, что техноло-

<sup>1</sup>См. [http://www.cleandex.ru/articles/2010/04/13/smart\\_grid\\_market](http://www.cleandex.ru/articles/2010/04/13/smart_grid_market)

гия Smart Grid довольно известна и все большее количество пользователей стремится с ней познакомиться.

Предоставленные данные позволяют определить следующие проблемы:

- а) контроль потребления тепло и электроэнергии;
- б) контроль технического состояния средств учета расходования тепло и электроэнергии;
- в) выработка мер по экономии тепло и электроэнергии для создания энергоэффективных систем.

## **A.3 Анализ данных**

### **A.3.1 Интернет вещей**

Прежде, чем проводить анализ собранных данных, необходимо изучить мнения крупных игроков на рынке IoT, к которым относятся ИТ-кластер «Сколково», IBM, Лаборатория Касперского, Intech, Esri CIS и другие.

Директор направления по облачным технологиям ИТ-кластера «Сколково» Иван Киреев полагает, что сегодня Россия стоит на пороге масштабного технологического скачка в области интернета вещей. «Крупные компании проявляют большой интерес к различным направлениям IoT, включая производственную индустрию, автоматизацию крупных общественных объектов (аэропорты, мониторинг городского трафика, интеграция с системами ГЛОНАСС), управление зданиями, энергосистемами. Также частный сектор ждет новых решений в сфере IoT, прежде всего это касается e-commerce и носимой электроники», — делится мнением Иван Киреев.

По мнению заместителя генерального директора компании Esri CIS Сергея Щербины, массовое распространение IoT подстегнет спрос на ГИС как на ключевую технологию сбора и обработки информации. «Уже сейчас внедряются основанные на ГИС smart-решения для общественного транспорта, строительства, ЖКХ, например, платформа Esri GeoEvent Processor, которая предназначена для получения и пространственного анализа данных реального в режиме реального времени с сенсоров и датчиков, — рассказывает Сергей Щербина. — С другой стороны, применение IoT требует решения множества задач: от развития сетевой инфраструктуры до построения моделей данных и расчетных алгоритмов для различных отраслевых задач. Одним словом, IoT — это пока огромное поле деятельности для инженеров и разработчиков».

«Большая часть изменений коснется сферы производства программного обеспечения. Прогнозируется, что на разработку нового ПО для IoT уйдет около пятой части всех денежных средств», — заявил руководитель направления IBM WebSphere в России и СНГ Евгений Пасичнюк.

То же касается и проблемы безопасности. Как отмечает антивирусный эксперт «Лаборатории Касперского» Юрий Наместников, современные

бытовые интернет вещи защищены очень плохо, поскольку производители не спешат исправлять уязвимости, а пользователи – устанавливать обновления. «Если производители будут учитывать аспекты безопасности, то IoT быстро и безболезненно станет частью нашей жизни. Если же безопасность не станет одним из приоритетов у производителей IoT-устройств, то интернет вещей помимо удобств принесет и массу проблем», — предсказывает Юрий Наместников.

По словам директора по инновациям компании Intech Ивана Филя, современные технологии могут справиться с широкомасштабным распространением технологий IoT без прорывных инноваций вроде квантовых компьютеров. «В мире доля рынка аппаратных решений в период 2014-2019 г. сократится с 65% до 50%, а в России — с 70% до 60%. Спад происходит в первую очередь из-за понижения стоимости аппаратных решений, в то время как количество приложений и платформ растет, — отметил Иван Филь. — По моему мнению, у России есть потенциал для создания конкурентоспособных продуктов во всех сегментах IoT и нам пора приступать к созданию международных технологических брендов в этой области».

### **A.3.2 Интеллектуальные транспортные системы**

Развитие системы автоматического реагирования экстренных служб при ДТП «ЭРА-ГЛОНАСС» и дополнительных сервисов является одним из основных драйверов развития рынка российского IoT на транспорте в ближайшие несколько лет. За счет этого проекта потенциал рынка в среднесрочной перспективе фактически увеличивается на 1,5–2 млн подключенных транспортных средств в год.

Предполагается, что наиболее быстрорастущих в ближайшие 5 лет (2015-2020 гг.) сегментов рынка IoT на российском транспорте будут:

- а) умное автострахование,
- б) контроль большегрузных автомобилей,
- в) спутниковая навигация и мониторинг транспорта.

В перспективе концепцию Connected Car следует рассматривать в контексте взаимодействия «подключенного» автомобиля с «подключенной» до-

рожной инфраструктурой в рамках концепции умного города. Это взаимодействие, в частности, предполагает:

- а) управление светофорами для снижения числа заторов и уменьшения затрат на топливо / снижения загрязнения окружающей среды,
- б) управление умными парковками и платными дорогами,
- в) активное использование дорожных камер.

Как выразился Ральф де ла Вега, президент AT&T Mobility, автомобиль становится смартфоном на колесах.

Проанализировав полученные данные, можно сделать следующие выводы:

- а) Основные доходы ожидаются не в сегменте прямых продаж оборудования, а от предоставления сервисов, вторичных продажах и передачи данных;
- б) Тем не менее, продажи оборудования будут одним из наиболее динамичных сегментов (среднегодовые темпы роста выручки от продаж оборудования за 2012-2017 годы составят 16%, тогда как аналогичный показатель для вторичных продаж будет равен порядка 8

Ряд других игроков рынка также активно участвует в развитии рынка автомобильной телематики вносят вклад в развитие «подключенных автомобилей».

Так, например, компания Intel объявила о запуске серии инвестиционных проектов в области автомобилестроения, основной целью которых будет разработка новых решений для автомобилей с развитыми коммуникационными возможностями. Компания Microsoft предлагает Windows Embedded Automotive –встраиваемую операционную систему, основанную на Windows CE для использования в компьютерных системах в автомобилях.

Правительства и местные власти также заинтересованы в развитии Connected Car. В первую очередь государство привлекает возможность снизить заторы на дорогах. Технологии Connected Car позволяют использовать такие продвинутые методы управления трафиком как управление светофорами в режиме реального времени, что может снизить остановки на целых

40%, время в пути на 25% и потребление бензина на 10%. Эта экономия очень значимая с учетом того, что Международное Энергетическое Агентство ожидает удвоение парка пассажирских автомобилей в 2035 году (до 1,7 млрд.). В одном только Китае уровень проникновения автомобилей вырастет с примерно 50 машин на 1000 человек до 300 автомобилей на 1000 человек к 2035 году.

Операторы мобильной связи получат прямую выгоду от более высоких объемов трафика, обусловленных увеличением проникновения мобильных устройств и встроенных устройств на автомобильном рынке.

Кроме того, автомобильная телематика открывает новую нишу для использования "Big Data". Сбор данных и информации с транспортного средства становится ключевым фактором успеха. Добавленная стоимость производится за счет интеллектуального анализа данных, используя опыт в конкретных областях (например, учет опыта водителя, предоставление услуг для всех заинтересованных сторон за счет глубокого понимание бизнес-моделей клиентов и т.д.).

Данные водителя – относятся к его профилю, его предпочтениям. Используя эти данные, автопроизводители, перевозчики и страховые компании могут предоставлять специализированные услуги на основе его привычек, разрабатывать страховые продукты, проводить мониторинг и т.д. Ниши в этой области, как правило, уже заняты крупными игроками и провайдерами телекоммуникационных услуг.

РИД «SemIoT Platform» может использоваться в сфере интеллектуальных транспортных систем для решения задач, описанных в первой главе. А именно:

а) Рассматриваемый РИД реализует возможность агрегации больших массивов гетерогенных данных и последующую визуализацию нормализованных данных. Таким образом, возможно отображать местоположение автотранспортных средств в режиме реального времени;

б) РИД «SemIoT Platform» может работать с различными типами устройств, собирающих информацию об автотранспорте. Например, информация, передаваемая с датчиков контроля уровня топлива различ-

ных производителей будет успешно обрабатываться средствами программно-аппаратной платформы;

в) Скорость работы РИД «SemIoT Platform» зависит от качества и пропускной способности канала передачи данных. Следовательно, чем лучше связь между конечными устройствами и программно-аппаратной платформой, тем быстрее срочная и критически важная информация будет обработана и отображена у пользователя;

г) Кроме того данный РИД рассчитан на работу с большим массивом структурированных, полуструктурных и неструктурных данных. Предполагаемый объем рынка SIM-карт для бортовых компьютеров (более 2 млн) системы «Платон» может быть полностью обработан системой.

### **A.3.3 Интеллектуальные сети тепло и энергоснабжения**

Технологии «умных сетей», безусловно, являются очень перспективными для российского рынка. Однако в настоящее время отечественные энергокомпании заняты решением более актуальных вопросов, связанных, например, с обновлением парка основного оборудования. К тому же реализация таких высокотехнологичных проектов, как внедрение системы Smart Grid, требует значительных инвестиций, которые в настоящее время для большинства энергокомпаний целесообразнее направлять на решение более насущных задач.

Так, по оценкам компании Schneider Electric, перспективы внедрения технологий Smart Grid в России в достаточной степени ограничены текущей структурой рынка электрической энергии. Основной эффект от внедрения технологий Smart Grid в западных странах обеспечивается за счет экономии первичного топлива, сжигаемого для выработки электрической энергии на объектах генерации, которая достигается сокращением потребности конечных потребителей в электроэнергии путем динамического балансирования спроса и предложения, гибкого распределения, интеллектуальных систем управления энергопотреблением объектов, интеграции объектов ВИЭ в сеть. В текущей структуре рынка России осложнено перераспределение соответ-

ствующих выгод, что негативно сказывается на возможностях обоснования экономической целесообразности реализации проектов в области Smart Grid.

Вместе с тем, российские сетевые компании уже проявляют интерес и внедряют ряд решений в области Smart Grid, которые демонстрируют хорошие показатели экономической эффективности и являются инвестиционно-привлекательными. К таким решениям относятся:

- а) Системы управления сетями с автоматизацией подстанций и фидеров, включающие продвинутое управление распределением, ГИС, умные счетчики (Smart Metering);
- б) Самовосстанавливающиеся решения для наземной и подземной инфраструктуры, позволяющие улучшать показатели SAIFI/SAIDI, осуществлять контроль инцидентов в сетях, оперативные переключения;
- в) Системы мониторинга и управления качеством электрической энергии в сетях;
- г) Системы реагирования на спрос путем контроля нагрузки, балансировки подачи и потребления, управления незапланированными ситуациями, в первую очередь, во время пиковых периодов.

Рост спроса технологии Smart Grid ожидается в последующие 5 лет<sup>1</sup>. При этом динамика данного роста, а также рост привлекательности других элементов Smart Grid, в частности – ВИЭ, во многом будет зависеть от позиции и решений Министерства энергетики Российской Федерации, Федеральной службы по тарифам, крупнейшего сетевого холдинга России – ОАО «Россети», а также основных электрогенерирующих компаний.

Рассматриваемый РИД может также использоваться в сфере интеллектуальных сетей тепло и энергоснабжения для решения, в том числе, следующих задач:

- а) сбор, хранение, обработка и представление в графическом виде информации. Данные возможности можно использовать для мониторинга устройств количественного контроля энергоресурса,

---

<sup>1</sup>См. [http://marketing.rbc.ru/reviews/energy2014/chapter\\_3\\_4.shtml](http://marketing.rbc.ru/reviews/energy2014/chapter_3_4.shtml)

б) обеспечение интероперабельности системы. Это подразумевает то, что все многообразие существующих средств мониторинга качественных и количественных характеристик, использующих самые различные протоколы передачи данных, могут быть обработаны платформой.

в) анализ данных. Это позволяет оперировать с полученными данными в той мере, в которой это необходимо для решения конкретных задач. Например, для анализа и последующей выработке мер по экономии тепла и электроэнергии.

## **A.4 Заключение**

В результате всего вышесказанного, можно сделать следующий вывод: технология IoT находится на пике своего развития. На рынке уже присутствуют корпорации, которые объединяют различные технологии IoT в комплексные системы. Однако это не значит, что рынок переполнен. Имеются проблемы, не решенные до сих пор. К ним, в частности, относится вопрос по стандартизации протокола передачи данных от различных конечных устройств к центру обработки данных. В этом случае, платформа, которая умеет работать с устройствами, использующими различные протоколы передачи данных, является краеугольным камнем в этом вопросе. Именно такой платформой является РИД «Система сбора, нормализации и анализа гетерогенных данных сенсорной сети «SemIoT Platform» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015660433).

Если говорить конкретно о РИД, то данная проблема решена следующим образом. Платформа работает с гетерогенными данными, что подразумевает собой обработку данных различных форматов, объемов и содержания. Также предусмотрена интероперабельность, что позволит платформе работать не только с вендором конкретных устройств, но и подстраиваться под другие аппаратные решения. Это значит, что данная платформа призвана быть посредником между устройствами различных производителей и конечными системами, обрабатывающими эти данные в своих целях.

Таким образом, разработанный РИД имеет перспективы коммерциализации в рассмотренных областях. Развитие разработанной платформы позволит выйти на отечественный рынок IoT, который только набирает обороты, в отличии от международного.

## **Приложение Б**

Отчет об анализе отечественного и мирового рынка, идентификация перспективного сектора для последующей коммерциализации результатов ПНИ

ОТЧЕТ  
ОБ АНАЛИЗЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И МИРОВОГО РЫНКА,  
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО СЕКТОРА ДЛЯ  
ПОСЛЕДУЮЩЕЙ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПНИ

Санкт-Петербург 2015

## **Б.1 Аннотация**

В настоящее время назрела необходимость перехода к инновационной экономике, способной, с одной стороны, обеспечить разнообразие производимых в стране продуктов, а с другой — сократить зависимость от импорта стратегически важных товаров и технологий. Повышение конкурентоспособности экономики страны возможно на основе технологической модернизации промышленности за счет отечественных разработок и импорта передовых инновационных решений.

Нельзя добиться ведущей роли на международной арене без развития научного потенциала, так как получаемые сверхдоходы от экспорта энергетических ресурсов не были использованы нашей страной для диверсификации и модернизации экономики. Сегодня 40% ВВП России получается за счет экспорта сырья. Машиностроение, электроника и другие высокотехнологичные отрасли обеспечивают лишь 7-8% ВВП. Экспорт высокотехнологичной продукции составляет всего 2,3% промышленного экспорта страны.

Сегодня роль науки как важнейшего инструмента обеспечения дальнейшего устойчивого и поступательного экономического развития весьма высока. Способность науки генерировать и внедрять достижения НТП становится одним из факторов обеспечения конкурентоспособности хозяйствующего субъекта, региона, государства. Наука превращается в специфическую сферу товарного производства, где товары — объекты интеллектуальной собственности.

Коммерциализация инноваций — это процесс выделения средств на инновации и поэтапного контроля за их расходованием, включая оценку и передачу завершенных и освоенных в промышленных условиях результатов инновационной деятельности. Освоение нововведений является многоплановым весьма дорогостоящим и рискованным процессом, поскольку объектом нововведений выступает интеллектуальный продукт. В связи с этим процесс коммерциализации инноваций имеет существенные сложности. Это касается прежде всего финансового, организационного, нормативно-правового обеспечения коммерциализации инноваций<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>См. [http://economicarggu.ru/2011\\_1/zonova.pdf](http://economicarggu.ru/2011_1/zonova.pdf)

Цель данной работы – проанализировать отечественный и мировой рынок, идентифицировать перспективный сектор для последующей коммерциализации результатов ПНИ

Для достижения заявленной цели в работе поставлены и последовательно решены следующие задачи:

- а) исследование зарубежных решений;
- б) исследование отечественных решений;
- в) разработка комплекса мероприятий по повышению конкурентоспособности результатов ПНИ;
- г) идентификация перспективного сектора экономики.

## **Б.2 Исследование отечественных решений**

### **Б.2.1 Интеллектуальные транспортные системы**

Система «Бумеранг» - комплексное решение, включающее модуль, принимающий сигналы от спутников, работающих в системах GPS и ГЛОНАСС, устанавливаемый на автотранспортное средство, и программное обеспечение для приёма и обработки данных, передающихся модулем с возможностью хранения данных и формирования отчётов в удобных для бухгалтерии форматах.

Владельцы частных автомобилей всегда могут определить местоположение и состояние своего автомобиля (например, в случае эвакуации или угона, срабатывания охранных датчиков), а для автопарков система автоматически создает отчеты о работе и эффективности использования техники, что позволяет исключить простой, контролировать перемещение грузов, предотвращать "левые рейсы" и угон.

В режиме мониторинга устройство "Бумеранг" установленное на транспортное средство, способно передавать информацию по состоянию охранных и прочих систем автомобиля; по определению с высокой точностью географических координат объекта в любой момент времени; фиксированию выхода объекта за границы заданных географических зон в рамках закрепленной территории или маршрута следования; контролю за соблюдением маршрута движения и сопоставлению реально пройденного маршрута с заданным маршрутом.

Устройство "Бумеранг" может быть использовано в двух режимах:

- а) режим Безопасность, в котором реализован эффективный и уникальный алгоритм реагирования на действия угонщика,
- б) режим Мониторинг, позволяющий реализовать спутниковое слежение за объектом в режиме реального времени с возможностью составления отчетов по пробегу, стоянкам и прочих сведений по транспортному средству.

Система «Бумеранг» также может быть использована для персонального мониторинга (контроля перемещения людей), для мониторинга переме-

щения грузов, для контроля перемещения животных и т.д. На сегодняшний день система широко внедряется и используется более чем в двадцати направлениях деятельности.

Кроме того, система «Бумеранг» на сегодняшний день – единственная спутниковая система безопасности, которая может быть использована на мототехнике<sup>1</sup>: мотоциклах, квадроциклах, скутерах, снегоходах и т.п.

## **Б.2.2 Интеллектуальные сети тепло и электроснабжения**

Диспетчеризация приборов учета воды — один из наиболее удачных примеров применения технологии «СТРИЖ» в сфере жилищно-коммунального хозяйства. Особенности технологии «СТРИЖ» по дальности действия, легкости установки, сроку работы и масштабируемости оказались на десять шагов впереди существующих решений. «СТРИЖ» стал системой №1 по удаленному сбору показаний счетчиков воды в многоквартирных домах — конкурентов нет.

В подавляющей части квартир установлены водяные счетчики. Их основная задача — точный учет воды, потребляемой жильцами. Однако, зачастую жильцы забывают сдавать показания, иногда сдают расход с ошибками, а некоторые намеренно занижают его. Кроме того, существует более 10 способов остановить счетчик или скрутить его показания, ими пользуются недобросовестные жильцы.

Таким образом, точный учет потребляемой воды становится невозможным. Управляющая компания или жильцы оплачивают недостачу из своего кармана.

Принцип работы «СТРИЖ» похож на технологию сотовой связи, только проще и надежней. Он предусматривает передачу показаний каждого квартирного счетчика в интернет через сеть базовых станций «СТРИЖ».

«СТРИЖ» — система удаленного сбора показаний счетчиков воды, использующая энергоэффективный протокол радиосвязи, который позволяет передавать небольшие пакеты данных с миллионов устройств на дальние расстояния в течение многих лет.

---

<sup>1</sup>См. <http://www.sistemabumerang.ru/about>

Выделяются следующие достоинства системы:

- а) минимальная стоимость устройств: модемов и счетчиков воды со встроенным модемом,
- б) минимальное время внедрения: необходимо только подключить модем или водяной счетчик с радиомодулем, и система готова к работе,
- в) минимальная стоимость внедрения: не требует ни внешнего питания, ни промежуточного оборудования, простая установка,
- г) максимальная дальность передачи данных — 10 км в городской черте за счет особенностей нового протокола связи,
- д) высокая проникающая способность сигнала позволяет получать данные из подвалов и помещений, где отсутствует GSM, Ethernet и другая связь,
- е) автономность работы свыше 10 лет за счет оптимизированного протокола передачи данных и расписания отправки показаний,
- ж) не требует обслуживания. Замена устройств по истечении срока работы батареи проста и занимает 5-7 минут,
- з) Простая масштабируемая архитектура системы: радиомодем → базовая станция → сервер.

Выделяются следующие недостатки системы<sup>1</sup>:

- а) низкая скорость передачи данных по сравнению с другими технологиями, но при этом вполне достаточная для передачи показаний счетчиков воды с заданными интервалами,
- б) меньшее распространение данной технологии в силу новизны. Покрытие сети есть не во всех городах, но решается за счет установки базовой станции дальнего радиуса действия, которая покрывает целые кварталы и даже небольшие города.

---

<sup>1</sup>См. <http://www.sistemabumerang.ru/about>

## **Б.3 Исследование зарубежных решений**

### **Б.3.1 Интеллектуальные транспортные системы**

Для удобства анализа и визуализацию данных интеллектуальной транспортной системы, поступающих с внешних источников, а также данных расчетов, используются специальные платформы, позволяющие структурировать и отражать сложную реальную ситуацию на дорогах для принятия решения. Такие веб-сервисы могут быть настроены под любые индивидуальные задачи: информация для оперативных и коммунальных служб города, информация для жителей и гостей города, различные информационные сервисы.

Примером такого веб-сервиса может служить TransInfo (Traffic Platform) – это система принятия решений для управления транспортными потоками в режиме реального времени, которая позволяет собирать, отслеживать, анализировать и визуализировать следующие данные:

- а) Транспортную ситуацию в режиме реального и прогнозного (на 15, 30 и 45 минут) времени на основе данных детекторов транспорта, трекинга ТС и информации о событиях (ДТП, ремонтных работах, перекрытиях и т. д.);
- б) Перемещения различных по типу и принадлежности транспортных средств (ТС) (автобус, троллейбус, трамвай, такси, эвакуаторы, мобильные комплексы фотовидеофиксации, коммунальная техника и т. д.) на улично-дорожной сети (УДС) и автомобильных дорогах на основе данных GPS/ГЛОНАСС;
- в) Предоставлять телематическую и справочную информацию для сторонних служб.

Система основана на использовании геоинформационных технологий и данных от объектов, входящих в состав интеллектуальных транспортных систем.

TransInfo предназначена для применения в организациях и учреждениях, занимающихся вопросами организации и управления дорожным движением.

ем, а также мониторинга ТС (анализ перемещения и работы общественного транспорта, такси, эвакуаторов, коммунальной техники и др.).

Повышает качество принимаемых управленческих решений для оптимизации загрузки УДС транспортными потоками, а также позволяет рационально использовать работу сотрудников и ТС.

В настоящее время TransInfo реализуется в Ситуационном центре ГКУ ЦОДД г. Москвы в качестве информационно-аналитической системы мониторинга подвижного состава ГКУ ЦОДД на базе Динамической транспортной модели Московского транспортного узла, предназначено для повышения качества принимаемых в ситуационном центре ЦОДД решений.

Специально для реализации поставленных целей TransInfo была дополнена слоями<sup>1</sup>:

- а) Транспортная ситуация (Заторы и прогноз, Показатели районов, Типовые заторы, Нетиповые заторы);
- б) НГПТ (Общественный транспорт, НГПТ – тепловая карта, НГПТ – маршруты);
- в) Анализ 8.24 (НГПТ – полуэкспрессные маршруты – тепловая карта, НГПТ – затруднения, Знаки 8.24, Разметка 8.24, Выделенные полосы, ДТП на пешеходных переходах) – слой предназначен для комплексной оценки ситуации транспортного движения в зоне установленных на УДС дорожных знаков 8.24 «Работает эвакуатор»;
- г) Администрирование МПП (Эвакуаторы, Маршруты эвакуаторов, Эвакуаторы тепловая карта, Транспорт ГКУ ЦОДД, Маршруты МКФ, Парковки) – слой предназначен для оптимизации работы ТС ГКУ ЦОДД и позволяет осуществлять контроль выполнения работ инспекторами в режиме реального времени с возможностью оперативной постановки задач и обмена служебной информацией между диспетчерской службой и каждым конкретным работником;
- д) События (Программа «Моя улица», Дополнительное освещение МКАД, События на рассмотрении, ДТП, Очаги ДТП, События «День города»);

---

<sup>1</sup>См. [http://apluss.ru/activities/its\\_konsalting/veb\\_servis\\_dlya\\_its](http://apluss.ru/activities/its_konsalting/veb_servis_dlya_its)

е) Прочее (Коммунальная техника, Коммунальная техника – тепловая карта).

### **Б.3.2 Интеллектуальные сети тепло и электроснабжения**

Отвечая на требования рынка интеллектуальных энергосистем, компания Atmel® предлагает множество стандартных и специализированных устройств, включая микроконтроллеры, микропроцессоры, модули памяти, устройства обеспечения безопасности, беспроводные решения и устройства связи по ЛЭП. Специализированные решения создаются полностью с нуля, чтобы предоставить разработчикам лучшие в своем классе по функциональности и производительности инструменты, предназначенные для использования в различных классах оборудования интеллектуальных энергосистем.

Чтобы обеспечить нужды многочисленных предприятий в различных географических регионах, современному проектировщику интеллектуальных измерительных систем необходимо несколько уровней интеграции в зависимости от структуры, плана реализации и требуемой гибкости проекта. Платформа Atmel обеспечивает уникальную многоуровневую архитектуру, построенную на базе нескольких ядер. Устройства объединяют различные блоки интеллектуальных приборов учета, в частности АЦП (определяет чувствительность измерения), измерительный цифровой процессор, коммуникационные блоки, блоки обработки приложений и обеспечения безопасности, а также модули связи с домашней и региональной сетями.

Компания Atmel производит как дискретные, так и высокоинтегрированные решения в виде системы на кристалле, построенные на одних и тех же платформах обработки сигналов. Ассортимент предлагаемых устройств удовлетворяет самым разным требованиям проектировщиков интеллектуальных измерительных систем. Благодаря этому значительно повышается гибкость и сокращается время вывода на рынок создаваемых изделий, которые с самого начала готовы к появлению новых требований.

а) Качественно новые возможности подключения:

- 1) маломощные беспроводные устройства с поддержкой стандарта 802.15.4/4g,

- 2) уже зарекомендовавшие себя маломощные решения для связи по ЛЭП (PRIME).
- 6) Лучшие в отрасли показатели измерений:
  - 1) динамический диапазон до 6000:1.
- в) Безопасность и шифрование:
  - 1) передовые механизмы обеспечения безопасности в системах на кристалле,
  - 2) устройства Atmel CryptoAuthentication<sup>TM</sup> с мощной защищкой для систем учета с сетевым взаимодействием.
- г) Интеграция и гибкость:
  - 1) гибкость программного и аппаратного метрологического обеспечения,
  - 2) беспроводные решения и решения для связи по ЛЭП с поддержкой множества стандартов.
- д) Широкая номенклатура МК и инструментов:
  - 1) большое разнообразие решений на базе SAMD, SAM4 и SAMA5,
  - 2) лучшие в своем классе инструменты от компаний Atmel, IAR, Keil.

Системы учета — ИС Atmel для интеллектуальных счетчиков электроэнергии обладают самым широким динамическим диапазоном среди конкурентов и характеризуются чрезвычайно высокой точностью, что позволяет оптимизировать производительность измерительных приборов на их основе. Динамический диапазон данных чипов составляет 5000:1. Благодаря этому производители могут объединять счетчики с различными номиналами, в частности 5 (20) А, 10 (40) А, 15 (60) А и 20 (80) А, в одну стандартную модель с током 5 (100) А или 1 (100) А. ИС Atmel® упрощают процесс изготовления измерительных устройств и снижают общее количество комплектующих.

Связь по линиям электропередач (ЛЭП) — Семейство решений Atmel® для связи по ЛЭП, выполненных по технологии "система на кристалле" разработано для организации узкополосной связи через низковольтные электросети. Благодаря нашим глубоким познаниям в области технологий связи по ЛЭП и всестороннему сотрудничеству с электроэнергетическими

компаниями и OEM-производителями систем учета мы сумели создать решения, обладающие беспрецедентным уровнем интеграции и производительности.

Беспроводная связь — Приемопередатчики Atmel характеризуются самым высоким бюджетом линий радиочастотной связи и отличаются минимальным в отрасли потреблением энергии. Более того, семейство совместимых с IEEE 802.15.4 приемопередатчиков, предлагаемое компанией Atmel, обладает широчайшим набором функций среди всех доступных на рынке решений.

#### **Б.4 Разработка комплекса мероприятий по повышению конкурентоспособности результатов ПНИ**

Стратегия повышения конкурентоспособности российских технологических решений подразумевает выполнение комплекса общеэкономических, финансовых, организационно-технических и других условий. Наиболее важным из них представляется создание благоприятных условий для привлечения инвестиций. Необходимо ликвидировать инфраструктурную отсталость экономики в целом и отрасли, в частности, проявляющуюся в неразвитости консалтинговой, инжиниринговой, финансовой, кадровой систем и организационной структуры отрасли и отдельных предприятий. Очевидно, что невозможно обеспечить конкурентоспособность российского технологического производства, не ликвидировав технологического отставания отрасли. Для этого необходимо вывести из оснащения отрасли устаревшее оборудование и отказаться от применения устаревших технологий. Важное место в комплексе преобразований должны занять совершенствование системы ценообразования, развитие стандартизации и сертификации, а также обеспечение оптимального уровня локализации.

Результаты прикладных научных исследований и разработок за счет средств индивидуализации позволяют обеспечить более высокий уровень соотношения показателей цены и качества товара по сравнению с конкурентами, благодаря наиболее полному соответствуанию требованиям рынка и запросам потребителей:

- а) продукция с фирменным наименованием обладает более высокой ценой и уровнем качества, нежели товары-заменители;
- б) торговая марка обеспечивает большой объем продаж, а значит, и высокую скорость обращения денежных средств.

## **Б.5 Идентификация перспективного сектора экономики**

Для идентификации перспективного сектора экономики предлагается воспользоваться отчетом, подготовленным экспертами Группы Всемирного банка под руководством Геворка Саркисяна (ВБ) и Яны Горбатенко (IFC). Проведенные Центром по эффективному использования энергии (ЦЭНЭФ) оценки потенциала энергосбережения в различных секторах российской экономики, оценки затрат и выгод при реализации этого потенциала, а также консультации при анализе барьеров энергоэффективности помогли сформировать основные выводы и рекомендации, представленные в отчете.

Рассмотрим основные выводы по конкретным исследованным секторам, которые описывают потенциал повышения энергоэффективности в каждом секторе, основные барьеры и необходимые меры со стороны правительства.

**Жилые здания:**

- а) Потенциал: -49%, 53,4 млн т.н.э., экономический потенциал 84%, финансовый потенциал 46%;
- б) Основные сегменты: более 70% в системах отопления и подогрева воды;
- в) Приростные капиталовложения: 25-50 млрд долл.

**Государственные учреждения:**

- а) Потенциал: -42%, 15,2 млн т.н.э., экономический потенциал 90%, финансовый потенциал 58%;
- б) Основные сегменты: 49% в системах отопления;
- в) Приростные капиталовложения: см. жилые здания.

**Транспорт:**

- а) Потенциал: -41%, 38,3 млн т.н.э., экономический потенциал 95%, финансовый потенциал 84%;
- б) Основные сегменты: 49% на автомобильном транспорте;
- в) Приростные капиталовложения: 124-130 млрд долл.

**Электроэнергетика:**

- а) Потенциал: -31%, 44,4 млн т.н.э., экономический потенциал 90%, финансовый потенциал 13%;
- б) Основные сегменты: 46% в природном газе;
- в) Приростные капиталовложения: 106 млрд долл.

Системы теплоснабжения:

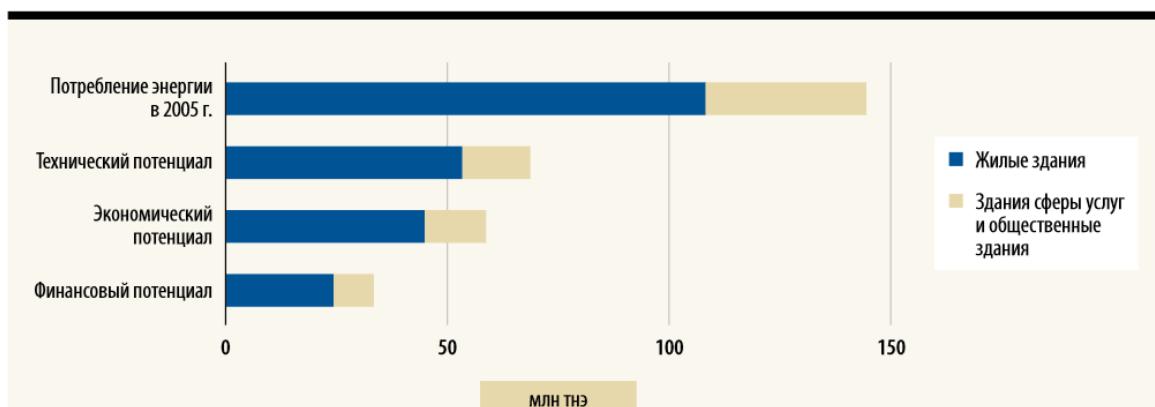
- а) Потенциал: -19%, 28,8 млн т.н.э.
  - 1) производство тепла: экономический потенциал 90%, финансовый потенциал 25%;
  - 2) распределение тепла: экономический потенциал 99%, финансовый потенциал 92%.
- б) Основные сегменты: 55% приходится на долю тепловых потерь; в сфере производства тепла: 74% в промышленных котельных;
- в) Приростные капиталовложения: 18-28 млрд долл.

Остановимся на данном пункте поподробнее. Наибольший потенциал повышения эффективности конечного потребления энергии в России существует в жилых, коммерческих и общественных зданиях, где инвестиции в энергосбережение могли бы принести ежегодную экономию до 68,6 млн тнэ. Только на долю зданий (144,5 млн тнэ) приходится более одной трети всего конечного потребления энергии в России. Две трети потенциальной экономии энергии в этом секторе могут быть достигнуты через сокращение потребления тепловой энергии на цели отопления и горячего водоснабжения в системах централизованного теплоснабжения. На рисунке Б.1 показан технический, экономический и финансовый потенциал энергосбережения в российских зданиях<sup>1</sup>.

Прямых статистических данных о структуре потребления энергии в жилищном секторе по конечным потребителям нет. Российский Центр по эффективному использованию энергии сделал для Группы Всемирного банка оценку структуры энергопотребления на основе данных об оснащенности оборудованием; долях зданий, оснащенных определенными видами энергопотребляющего оборудования; и удельного потребления энергии таким оборудованием (см. рисунок Б.2).

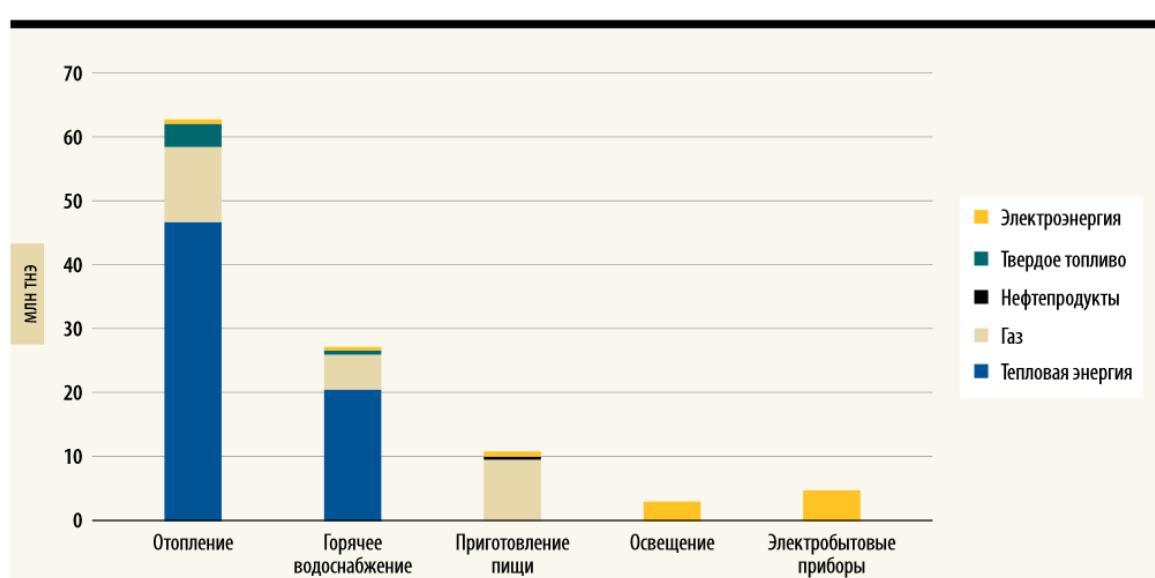
---

<sup>1</sup>См. [http://apluss.ru/activities/its\\_konsalting/veb\\_servis\\_dlya\\_its](http://apluss.ru/activities/its_konsalting/veb_servis_dlya_its)



Источник: ЦЭНЭФ для Всемирного банка.

Рисунок Б.1 — Потенциал энергоэффективности в зданиях



Источник: ЦЭНЭФ для Всемирного банка.

Рисунок Б.2 — Потребление энергии в жилом секторе

Таким образом, сектор жилищно-коммунального хозяйства представляется наиболее перспективным для внедрения результатов ПНИ, а именно РИД «Система сбора, нормализации и анализа гетерогенных данных сенсорной сети «SemIoT Platform» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015660433).

В информационно-аналитическом издании «Федеральный справочник», 26 том, заместитель министра регионального развития Российской Федерации А.А. Попов в статье «Перспективы развития жилищно-коммунального хозяйства РФ» так охарактеризовал рынок ЖКХ: «В непростое для экономики время жилищно-коммунальное хозяйство сохраняет позиции социально

значимой и системообразующей отрасли, сформировавшей за последний год более 5% валового внутреннего продукта страны. Оборот отрасли ЖКХ составляет более 3 трлн рублей.

Коммунальная энергетика, потребляющая более 20% электрической и около 45% тепловой энергии, производимых в России, несет достаточно важную социальную нагрузку, обеспечивая эффективное обслуживание конечно-го потребителя – население, и занимает одно из основных мест в топливно-энергетической структуре нашей страны. Общее число многоквартирных домов составляет 2451146 единиц.

Федеральный закон №ФЗ-261 «Об энергосбережении» заложил основы для выполнения задачи по наведению порядка в сфере ЖКХ, поставленной Председателем Правительства Российской Федерации В.В.Путиным: «Люди должны платить за реальные и качественные услуги, а не оплачивать «с потолка» взятые счета»<sup>1</sup>.

Все вышесказанное хорошо объясняет, почему данный сектор является наиболее перспективным из рассматриваемых:

- а) Инфраструктура интеллектуальных транспортных систем недостаточно развита на сегодняшний день;
- б) Рынок ЖКХ стремится к разработке абсолютно понятных и прозрачных форм оплаты услуг. Это подразумевает необходимость создания систем мониторинга высокой точности и надежности.
- в) Создание высокотехнологичных решений для рынка ЖКХ позволит обеспечить более комфортные условия проживания населения путем повышения качества предоставления коммунальных услуг, а также обеспечит рациональное использование энергетических ресурсов;
- г) Инвестиции в энергоэффективность могут обеспечить снижение энергоемкости, удовлетворить растущий спрос при затратах меньших, чем капиталовложения, необходимые для строительства новых генерирующих мощностей.

Как было сказано в заключении Приложения А, разработанный РИД может решить насущные проблемы в сфере ЖКХ. Многофункциональная

---

<sup>1</sup>См. <http://www.atmel.com/ru/ru/products/smart-energy/default.aspx>

масштабируемая сервис-ориентированная программно-аппаратная платформа на основе беспроводных сенсорных и агентных сетей (РИД «SemIoT Platform») позволит создать надлежащую среду жизнедеятельности граждан и повысить качество обслуживания населения.

## **Б.4 Заключение**

В данной работе были рассмотрены отечественный и мировой рынок программно-аппаратных платформ агрегации, нормализации и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных. Вместе с тем, были выполнены задачи, которые были изначально поставлены.

Из всего многообразия факторов, на конкурентоспособность результатов научно-исследовательской работы оказывают влияние, в первую очередь, цена и качество. Качество является синтетическим показателем, отражающим совокупное проявление различных факторов. Одним из элементов стратегии повышения качества товаров являются системы управления качеством, которые должны строиться на основе международных стандартов. Важным элементом обратной связи в реализации стратегии повышения качества товаров является их сертификация. Необходимо активизировать работу по рекламе сертифицированных товаров.

Новейший подход к стратегии предпринимательства заключается в понимании того, что качество является самым эффективным средством удовлетворения требований потребителей и одновременно с этим - снижением издержек производства.

В соответствии с поставленной целью нами были выполнены следующие задачи:

- а) Изучены зарубежные программно-аппаратные платформы агрегации, нормализации и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных
- б) Изучены отечественные программно-аппаратные платформы агрегации, нормализации и визуализации больших массивов гетерогенных структурированных, полуструктурных и неструктурных данных.
- в) Идентифицирован перспективный сектор экономики для последующей коммерциализации результатов ПНИ.

г) Сформулированы рекомендации по дальнейшему развитию в регионе с учетом выявленных возможностей и угроз.

Не стоит забывать, что инновации создают люди, они же выступают их потребителями. Поэтому необходимо развивать человеческий капитал, сделать его источником продуктивности и конкурентоспособности, что предполагает наличие определенной системы экономических отношений.

Если рассматривать в качестве перспективного сектора экономики рынок счетчиков электроэнергии, газа и воды, то разработанная платформа предстанет в виде своеобразного концентратора, который будет собирать учетные данные со всех подключенных к нему устройств. Это позволит в автоматическом режиме обрабатывать эти данные, например:

- а) выводить данные о тепло, воде, газе и электроснабжении по конкретным участкам, например, по одному подъезду жилого комплекса;
- б) веб-интерфейс позволит пользователям «умных» счетчиков отслеживать информации о
- в) потреблении ресурсов с помощью визуализированных данных;
- г) своевременная передача показаний счетчиков и т.д.

РИД является перспективным решением для современных жилищно-коммунальных хозяйств, которые не стоят на месте и идут в ногу со временем, используя различные передовые технологии, чтобы подстроиться под меняющийся рынок учета энергии, воды, газа и тепла.