

Нижегородский государственный технический университет

На правах рукописи



Юрасов Сергей Валерьевич

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ УПРАВ-
ЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИЕЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОН-
НОЙ СИСТЕМЫ С МОБИЛЬНЫМИ АГЕНТАМИ**

Специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка
информации

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

г. Нижний Новгород

2006 г.

Работа выполнена на кафедре «Теория цепей и телекоммуникации»
Нижегородского государственного технического университета.

Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор Крылов В.В.

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук,
профессор Пакшин П.В.

кандидат технических наук,
Егоров Е.Е.

Ведущая организация: ФГУП НПП «Полёт»

Защита состоится « ____ » _____ 200_ г. в ____ часов
на заседании диссертационного совета Д 212.165.05 в Нижегородском
государственном техническом университете по адресу:
603600, г. Н.Новгород, ГСП-41, ул. Минина, 24, корпус ____, ауд. ____.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Нижегородского
государственного технического университета.

Автореферат разослан « ____ » _____ 200_ г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

к.т.н., доцент _____



Иванов А.П.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Потребности развития информационных услуг независимо от местонахождения потребителя привели к созданию информационных систем использующих мобильные устройства и беспроводной доступ. В связи с этим возросли требования к уровню сложности сервисов, поддерживаемых этими мобильными устройствами. На практике и в литературных источниках выделяются три направления развития технологий мобильных сервисов.

Во-первых, это обеспечение постоянного нахождения на связи (*AON* – *Always On*). Актуальность *AON* следует из того, что пользователь мобильных средств, перемещаясь внутри и вне предприятия, хочет, а нередко и должен постоянно оставаться на связи. *AON* позволяет осуществлять доступ к необходимой информации удаленно.

Во-вторых, это обеспечение постоянного использования наилучшей сети (*“Always Best Connected”*), например, с точки зрения пропускной способности. Причем, переключение между сетями разного стандарта должно осуществляться автоматически по заданным пользователем критериям. Примером подобных критериев могут служить пропускная способность канала связи, цена, расход энергии аккумуляторной батареи компьютера на поддержание связи, а также другие, часто не менее важные, критерии.

В-третьих, это всестороннее использование информации о текущем местоположении пользователя (*LAC* – *“Location Aware Computing”*). Примером может служить ориентация на местности, использование карт, маршрутов, поиск конкретного адреса в чужом городе и т. п. Реализация многих из этих возможностей осуществляется высоким темпом в течение нескольких последних лет. Однако бурный рост в IT индустрии открывает широкие возможности для исследования *LAC* технологий и их дальнейшего усовершенствования и повсеместного внедрения. Способность оценивать свое местоположение создает массу новых возможностей, которые

сделают мобильные устройства еще более эффективными и удобными. С помощью этой технологии осуществляется переход от закрытых специализированных систем определения местоположения к информационным системам, в которых местоположение станет всего лишь еще одним типом данных.

Цель работы

Целью данной работы является исследование и разработка алгоритмов системы управления информацией о местоположении мобильных агентов, а также способов организации интерфейса с различными типами объектов, как мобильных, так и статических. Анализ вариантов построения подобных систем, производительности протоколов, точности определения местоположения и нагрузки на каналы, а также выработка рекомендаций по применению.

Задачи работы

В данной работе поставлены и решены следующие задачи:

1. Проведено исследование принципов построения распределенных информационных систем с привязкой к местности. Предложен единый подход их усовершенствования и унификации.
2. Разработана архитектура универсальной распределенной системы управления информацией о местоположении мобильных агентов.
3. Разработана классификация протоколов обновления информации о местоположении мобильных агентов, построена математическая модель, проведены анализ основных характеристик и сравнение предложенных протоколов.
4. Разработана система имитационного моделирования протоколов обновления информации о местоположении мобильных агентов. Исследованы варианты применения данных протоколов, проведен анализ эффективности их применения. Предложен практический способ улучшения характеристик комбинированного протокола.

5. Предложены три схемы распределения информации о местоположении для разработанной архитектуры системы управления информацией о местоположении мобильных агентов. Построена математическая модель системы для предложенных способов распределения, проведен их сравнительный анализ, и выработаны рекомендации по применению.

Методы исследования

Для решения поставленных задач использовался математический аппарат теории систем массового обслуживания, а также имитационное моделирование на ЭВМ с использованием реальных маршрутных данных, полученных при помощи GPS.

Научная новизна

В диссертационной работе на основе предложенного подхода усовершенствования и унификации распределенных информационных систем с привязкой к местности, разработана новая архитектура универсальной распределенной системы управления информацией о местоположении мобильных агентов. Предложена классификация протоколов обновления информации между сервером местоположения и мобильным агентом. Исследована зависимость интенсивности запросов сервера местоположения к мобильному агенту от интенсивности клиентских запросов, а так же от текущей погрешности информации о местоположении на сервере местоположения для различных типов используемых протоколов. Для всех видов протоколов получены зависимости максимальной и средней погрешности по расстоянию в зависимости от интенсивности входящих запросов и от погрешности вторичной копии на сервере местоположения. Показано, что комбинированный протокол на базе протокола типа «отчет» с дистанционным порогом и пессимистического протокола типа «запрос» с кэшированием обладает лучшими характеристиками, чем базовые предложенные протоколы, а так же способен приспосабливаться к состоянию окружающей среды. Предложено несколько схем распределения информации о ме-

стоположении. Получены зависимости нагрузки, создаваемыми запросами различного вида, от количества ячеек сети и от вероятности нахождения мобильного агента в домашней ячейке, а также исследована зависимость нагрузки от вероятности удаленного запроса.

Практическая ценность

Единый подход унификации и усовершенствования информационных систем с привязкой к местности, а в особенности архитектура универсальной системы управления информацией о местоположении мобильных агентов, полученные формулы, соотношения и рекомендации, как по отношению к протоколам обновления информации о местоположении, так и относительно способов ее распределения, могут быть непосредственно применены при проектировании распределенных систем с привязкой к местности нового поколения. А разработанная в диссертации программа моделирования поведения системы в зависимости от используемого протокола и области использования в значительной мере сократит сроки на принятие решения о необходимости использования того или иного протокола или распределения.

Апробация работы

Основные результаты работы были представлены на:

1. Международной научно-практической конференции «Дни Науки - 2005», Днепропетровск, 2005.
2. IV Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки - 2005», Нижний Новгород, ИСТ-2005.
3. Международной конференции «Информационные технологии будущего», Москва, 2005.
4. Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы использования и развития новых информационных технологий в России», Нижний Новгород - 2006.

5. 2-ом Международном форуме "Актуальные проблемы современной науки", Самара - 2006.
6. IV Международной научно-технической конференции «Информационно-вычислительные технологии и их приложения», Пенза, 2006.
7. Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в современном мире», Таганрог, 2006.

Публикации

Основное содержание диссертации отражено в 11 печатных работах.

Положения, выносимые на защиту

1. Единый подход усовершенствования и унификации распределенных информационных систем с привязкой к местности. Архитектура универсальной системы, основные требования.
2. Архитектура универсальной распределенной системы управления информацией о местоположении мобильных агентов.
3. Математическая модель системы для различных протоколов обновления информации о местоположении. Результаты теоретического анализа предложенных протоколов.
4. Математическая модель системы для различных способов распределения информации о местоположении. Результаты теоретического анализа предложенных распределений.
5. Результаты экспериментального анализа предложенных протоколов, а так же результаты анализа эффекта от применения механизма динамической подстройки для комбинированного протокола.

Структура и объем работы

Текст диссертационной работы состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы её цель и решаемые в работе задачи, определена новизна полученных результатов, их практическая значимость, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, кратко изложено содержание диссертации.

В первой главе произведен анализ распределенных информационных систем с привязкой к местности. Информационные системы знающие и использующие информацию о местоположении объектов реального мира называются системами с «привязкой к местности» (рис. 1).

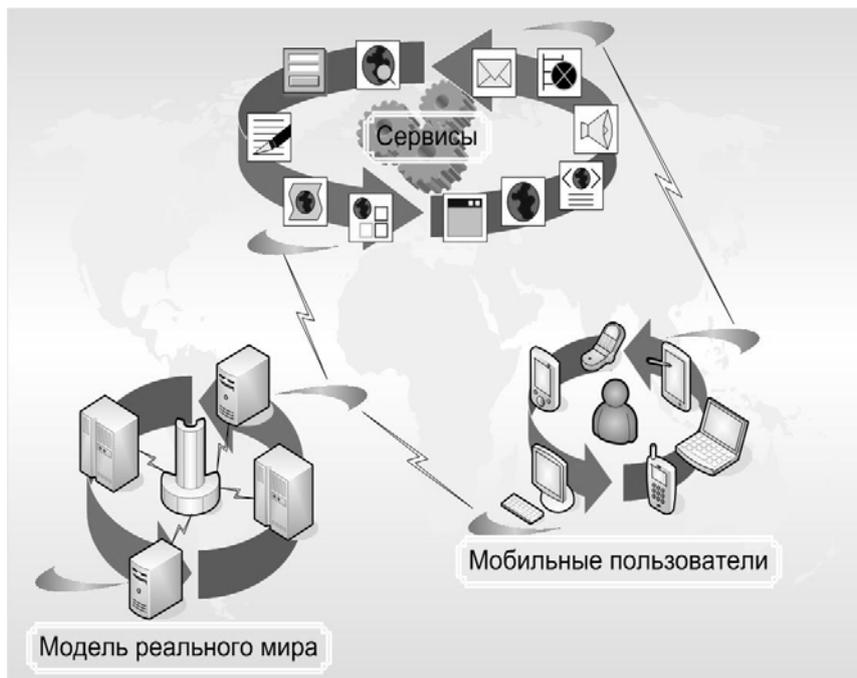


Рис. 1

Основной целью информационных систем с привязкой к местности является создание связи между реальным миром, мобильными агентами и имеющимся информационным системами.

Основные требования, выдвигаемые к подобным системам можно представить в следующем виде:

- Позиционирование и управление определением местонахождения с заданной точностью

- Универсальная служба мобильных коммуникаций
- Построение и управление расширенной пространственной модели
- Привязанный к местности доступ к информации
- Интеграция с существующими информационными системами
- Планирование маршрутов и навигация

В главе 1 проведен обзор технологий определения местоположения внутри помещений и за их пределами, а также технологий существующих в сотовых сетях. Рассмотрена классификация систем с привязкой к местности, основные способы применения систем подобного типа и методы их организации, выделены концепции их усовершенствования и унификации, а также сформулированы основные задачи диссертационной работы. На основе проведенного анализа, выделены основные проблемы в исследуемой области, предложена архитектура универсальной информационной системы с привязкой к местности (рис. 2).

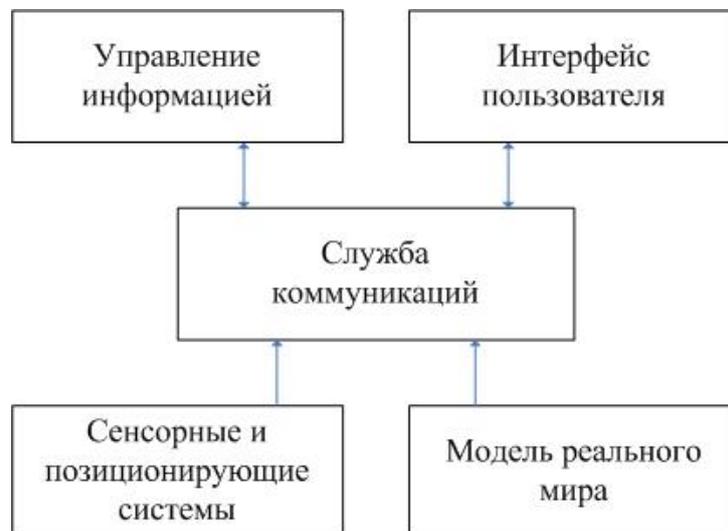


Рис. 2

Функциональность отдельных компонентов:

1. Модель – предоставляет детальное описание объектов реального мира.
2. Коммуникационная служба - предоставляет плавный переход между различными технологиями мобильных коммуникаций.

3. Сенсорные и позиционирующие системы – необходимы для определения местонахождения мобильного агента.
4. Управление информацией – управление динамической моделью реального мира. Позволяет мобильным агентам ставить вопросы о местонахождении или регистрировать себя на определенные события.
5. Интерфейс пользователя - унифицированные механизмы общения системы с конечными устройствами мобильных пользователей.

Во второй главе была предложена архитектура универсальной распределенной системы управления информацией о местоположении мобильных агентов (рис. 3), соответствующая постановке задачи, данной в первой главе. Рассмотрена модель системы, определены ее базовые компоненты и способы хранения информации о местоположении. Разработаны основные требования к предлагаемой системе, а также предложена модель описания местоположения мобильного агента и базовый интерфейс общения мобильных агентов.

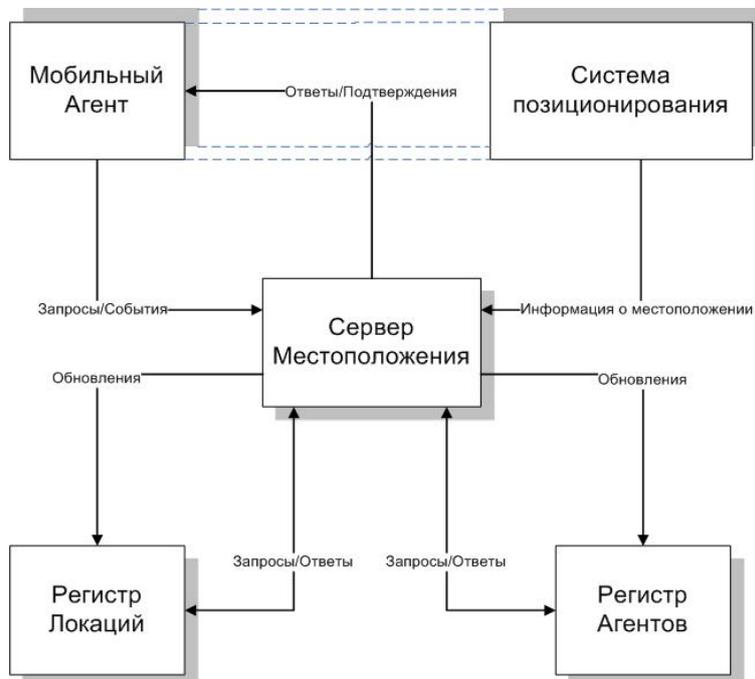


Рис. 3

Основные требования, предъявляемые к универсальной системе управления информацией о местоположении мобильных объектов: мас-

штабируемость, точность информации о местоположении, гибкость и приспособляемость, безопасность и секретность, терпимость к ошибкам и сбоям. Архитектура универсальной системы управления информацией о местонахождении мобильных агентов, удовлетворяющая описанным требованиям, представлена на рисунке 3.

Основными компонентами предлагаемой системы являются:

- Мобильные агенты – это пользователи, оснащенные каким-либо мобильным устройством.
- Системы датчиков или системы позиционирования
- Сервера местоположения – это хранилища информации о местоположении мобильных агентов.
- Регистры – устройства, ответственные за поиск серверов местоположения, имеющих информацию о конкретном агенте или о географической области.

Большинство приложений, запускаемых на мобильных устройствах, по большей части интересуется только местоположением непосредственно их пользователя, то есть свое собственное, например, в навигационных системах автомобилей. Однако более сложные приложения нуждаются в информации о местоположении многих, а зачастую и всех своих пользователей. Поэтому интерфейс разрабатываемой системы должен базироваться на двух основных типах запросов: 1) Получение информации о местоположении объекта слежения (*LOA*); 2) Получение информации обо всех объектах слежения в пределах определенной зоны (*AAL*).

Более сложные запросы могут быть легко построены на базе двух основных.

Очевидно, что подобная архитектура позволит не только расширить возможности текущих приложений для мобильных систем, но и значительно упростить процесс создания новых услуг и приложений для информационных систем с мобильными агентами.

В третьей главе предложена классификация протоколов обновления информации о местоположении между сервером местоположения и мобильным агентом. Рассмотрены различные характеристики предложенных протоколов, возможность работы в режиме «offline», а также проведено теоретическое сравнение их эффективности и производительности. На базе полученных результатов был предложен комбинированный протокол, сочетающий в себе ряд преимуществ базовых протоколов и полностью удовлетворяющий требованиям системы управления информацией о местоположении мобильных агентов, описанной во второй главе.

В связи с неуклонно растущей потребностью в приложениях с привязкой к местности, особую важность имеют исследования протоколов обновления информации о местоположении мобильных агентов (рис .4).

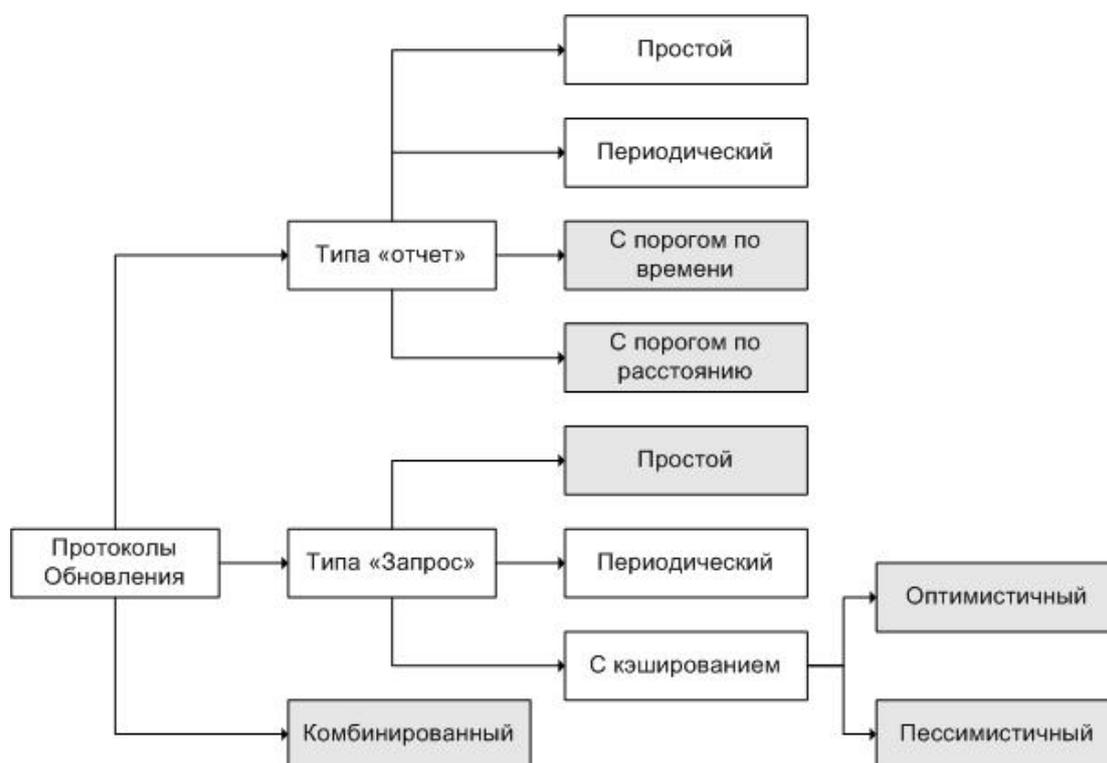


Рис. 4

Протоколы обновления могут быть подразделены на два основных класса: типа «запрос» и типа «отчет». Протокол называется протоколом типа «запрос», если сервер местоположения инициирует запрос информации о местоположении мобильного агента. Соответственно, протокол на-

зывается протоколом типа «отчет», если инициатором является источник. Так же могут существовать и комбинированные протоколы, сочетающие в себе отдельные свойства базовых. Каждый из классов в свою очередь может быть разделен на подклассы.

Задачей анализа протоколов являлось исследование интенсивности сообщений между источником и сервером m , а также максимальной и средней погрешности по расстоянию d , для различных входных параметров и параметров окружения. А также возможность работы в режиме «off-line».

Согласно разработанной математической модели соотношения для исследуемых протоколов имеют следующий вид:

- Простой протокол типа «запрос»

$$m = q \qquad d_{\max} = U_p \qquad d_{\text{avg}} = \frac{U_p}{2}$$

- Протокол типа «отчет» с дистанционным порогом

$$m = \frac{V_{\text{avg}}}{U_s - U_p} \qquad d_{\max} = U_s \qquad d_{\text{avg}} = \frac{U_s}{2}$$

- Протокол типа «отчет» с временным порогом

$$m = \frac{V_{\max}}{U_s - U_p} \qquad d_{\max} = U_s \qquad d_{\text{avg}} = \frac{(U_s - U_p)}{V_{\max}} \cdot \frac{V_{\text{avg}}}{2} + \frac{U_p}{2}$$

- Протокол типа «запрос» с кэшированием

$$m = \frac{q}{q \cdot \frac{U_q - U_p}{V_{\text{asd}}} + 1} \qquad d_{\max} = \frac{U_q - U_p}{V_{\text{asd}}} \cdot V_{\max} + U_p \qquad d_{\text{avg}} = \frac{\frac{U_q - U_p}{V_{\text{asd}}} \cdot \frac{V_{\text{avg}}}{2}}{\frac{U_q - U_p}{V_{\text{asd}}} + 1} + \frac{U_p}{2}$$

- Комбинированный протокол

$$m = \frac{P(U_q^l \geq U_s) \cdot V_{avg}}{U_s - U_p} + \frac{P(U_q^l < U_s) \cdot q}{q \cdot \frac{U_q - U_p}{V_{max}} + 1} \quad d_{max} = U_q$$

$$d_{avg} = P(U_q^l \geq U_s) \cdot \frac{U_s}{2} + P(U_q^l < U_s) \cdot \left[\frac{\frac{U_q - U_p}{V_{max}} \cdot \frac{V_{avg}}{2}}{\frac{V_{max}}{q \cdot (U_q - U_p)} + 1} + \frac{U_p}{2} \right]$$

В данных соотношениях:

- V_{max} – максимальная скорость движения мобильного агента;
- V_{avg} – средняя скорость движения мобильного агента;
- q – интенсивность запросов конечных пользователей;
- U_q – средняя погрешность запрашиваемой информации;
- U_q^l – погрешность конкретного запроса;
- U_p – погрешность первичной копии;
- U_s – погрешность вторичной копии;
- m – интенсивность сообщений между сервером и источником;
- d_{max} – максимальная погрешность по расстоянию;
- d_{avg} – средняя погрешность по расстоянию;
- V_{asd} – предполагаемая скорость движения мобильного агента;
- $P(U_q^l \geq U_s)$ - вероятность того, что вторичная копия информации на сервере более точна, чем запрашивает конечный пользователь.

На базе представленных соотношений и близких к реальным значениям входных параметров были получены зависимости для предложенных протоколов представленные на рисунке 5.

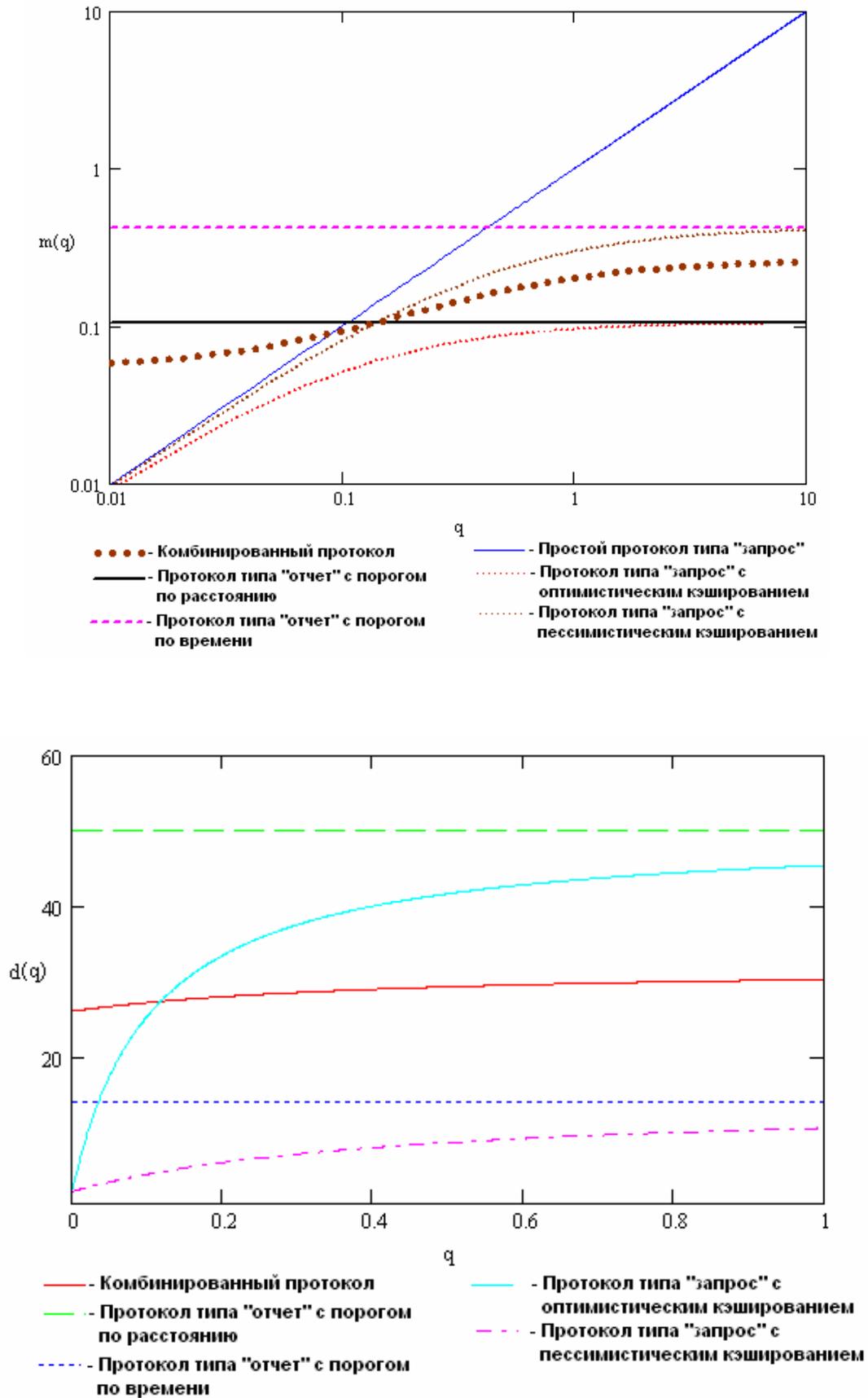


Рис. 5

Очевидно, что протокол на основе «отчетов» с дистанционным порогом справляется с поставленной задачей лучше, чем с порогом по времени, аналогично оптимистический протокол с кэшированием лучше пессимистического. В то время как свойства протоколов типа «отчет» независимы от частоты запросов, количество сообщений для протоколов типа «запрос» растет с увеличением запросов от конечного пользователя. И в случае низкой нагрузки на сервер со стороны конечных пользователей, предпочтительнее использовать протоколы типа «запрос». Однако, если нагрузка на сервер высока, выгоднее использовать протокол типа «запрос» на базе дистанционного порога, чем пессимистичный протокол кэширования, который является более предпочтительным, чем оптимистичный, так как способен всегда предоставить информацию с требуемой конечным пользователем точностью.

Полученные зависимости подтверждают эффективность использования комбинированного протокола по сравнению с базовыми. Однако они также показывают, что комбинированный протокол является более сложным в использовании, так как требует выбора оптимального значения вторичной копии информации о местоположении мобильного агента в зависимости от параметров окружения. К параметрам окружения в данном случае можно отнести скорости движения объекта, интенсивность запросов конечных пользователей, а также требуемую точность запрашиваемой информации.

В четвертой главе осуществляется анализ схем распределения информации о местоположении мобильных агентов для универсальной системы управления информацией о местоположении мобильных агентов, предложенной во второй главе. Вводится классификация систем управления информацией о местоположении по способу распределения, базируясь на которой проводится анализ загрузки сети предлагаемой системой управления при том или ином способе распределения.

В простейшем случае систему управления информацией о местоположении можно представить как таблицу соответствий мобильных агентов и их местоположений (рис. 6).

Мобильный Агент	Местоположение
МА_1	L_1
МА_2	L_8
МА_99	L_22

Рис. 6

Таким образом, необходимо рассмотреть лишь возможности распределения этой таблицы по серверам местоположения. Очевидно, что существует всего три способа распределения:

- Централизованный: существует единый сервер, содержащий в себе всю таблицу соответствия местоположений агентам.
- Распределение по мобильным агентам: каждый сервер ответственен только за определенный набор мобильных агентов. При этом каждый мобильный агент прикреплен к одному конкретному серверу местоположения.
- Распределение по локациям: каждый сервер местоположения ответственен за набор локаций, причем каждая локация обслуживается минимум одним сервером.

Оценка эффективности использования различных способов распределения информации о местоположении мобильных агентов проводилась через анализ нагрузки создаваемой элементами системы на используемую сеть. Под термином нагрузка понималось количество сообщений в сети, необходимых для обработки одного запроса пользователя. Исследуемая система делилась на ячейки (рис. 7), и, базируясь на характеристиках, представленных далее, были получены соотношения для функции нагрузки в зависимости от типа распределения и причины нагрузки.

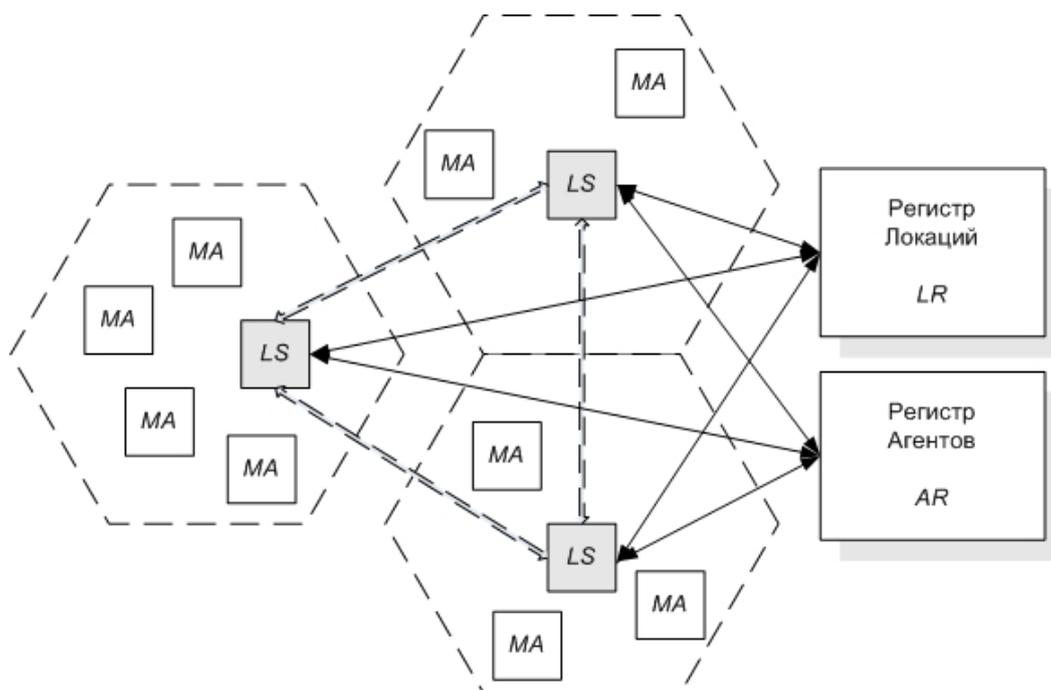


Рис. 7

Характеристики системы, используемые при анализе:

- c - количество ячеек;
- n - количество объектов движущихся в пределах одной ячейки;
- u - количество обновлений информации о местоположении;
- q_L - количество запросов LOA; q_A - количество запросов AAL;
- m - коэффициент, показывающий зависимость между нагрузкой создаваемой локальными запросами и запросами к удаленному серверу местоположения.
- t_u и t_q - время на работу с локальным сервером местоположения.
- t_l - время на запрос к регистрам;
- a_L и a_A - вероятность того, что существует необходимость обращения к регистрам;
- u_c - вероятность того, что обновление информации о местоположении вызвано пересечением границы ячейки;
- L_x^y - функция нагрузки на сеть, где $y \in \{d_C, d_L, d_A\}$ - тип распределения, а $x \in \{u, q_L, q_A\}$ - причина нагрузки.

Таким образом, полученные соотношения имеют следующий вид:

- Централизованный сервер местоположения

$$L_u^C = u \cdot m \cdot t_u \quad L_{q_L}^C = q_L \cdot m \cdot t_q \quad L_{q_A}^C = q_A \cdot m \cdot t_q$$

- Распределение по мобильным агентам

$$L_u^A = u \cdot (p_h \cdot t_u + p_f \cdot m \cdot t_u) + u_c \cdot u \cdot m \cdot t_u$$

- p_h - вероятность того, что объект находится в домашней соте;
- $p_f = 1 - p_h$ - вероятность того, что объект находится за пределами домашней ячейки;

$$L_{q_L}^A = a_L \cdot q_A \cdot m \cdot t_l + q_A \cdot p_l \cdot p_h^1 \cdot t_q + q_A \cdot p_r \cdot p_{f_c}^1 \cdot t_q + q_A \cdot p_l \cdot (c-1) \cdot p_{f_c}^1 \cdot m \cdot t_q +$$

$$+ q_A \cdot p_r \cdot ((c-2) \cdot p_{f_c}^1 + p_h) \cdot m \cdot t_q$$

- $p_h^1 = 1 - (p_f)^{\frac{n}{c}}$ - вероятность того, что конкретная ячейка хотя бы для одного мобильного агента является домашней;
- $p_{f_c}^1 = 1 - ((c-2) \cdot p_{f_c} + p_h)^{\frac{n}{c}}$ - вероятность того, что объект находится в конкретной ячейке, но не в своей домашней и не в ячейке из которой делается запрос;

$$L_{q_A}^A = q_L \cdot p_l \cdot p_h \cdot t_q + q_L \cdot p_r \cdot p_{f_c} \cdot t_q + q_L \cdot p_l \cdot p_f \cdot m \cdot t_q + q_L \cdot p_r \cdot (1 - p_{f_c}) \cdot m \cdot t_q +$$

$$+ a_A \cdot q_L \cdot m \cdot t_l$$

- p_l - вероятность того, что запрос делается из локальной ячейки;
- $p_r = 1 - p_l$ - вероятность того, что запрос делается из удаленной ячейки;
- $p_{f_c} = \frac{p_f}{c-1}$ - вероятность того, что агент находится в конкретной удаленной ячейке;

- Распределение по локациям

$$L_u^L = u \cdot t_u + u_c \cdot u \cdot m \cdot t_u$$

$$L_{q_L}^L = q_L \cdot p_l \cdot t_q + q_L \cdot p_r \cdot m \cdot t_q + a_A \cdot q_L \cdot m \cdot t_l$$

$$L_{q_A}^L = q_L \cdot p_l \cdot t_q + q_L \cdot p_r \cdot m \cdot t_q + a_L \cdot q_L \cdot m \cdot t_l$$

Результирующая нагрузка на сеть в зависимости от количества ячеек показана на рисунке 8, а рисунок 9 иллюстрирует нагрузку, создаваемую

сообщениями к регистрам, от вероятности нахождения мобильного агента в домашней ячейке.

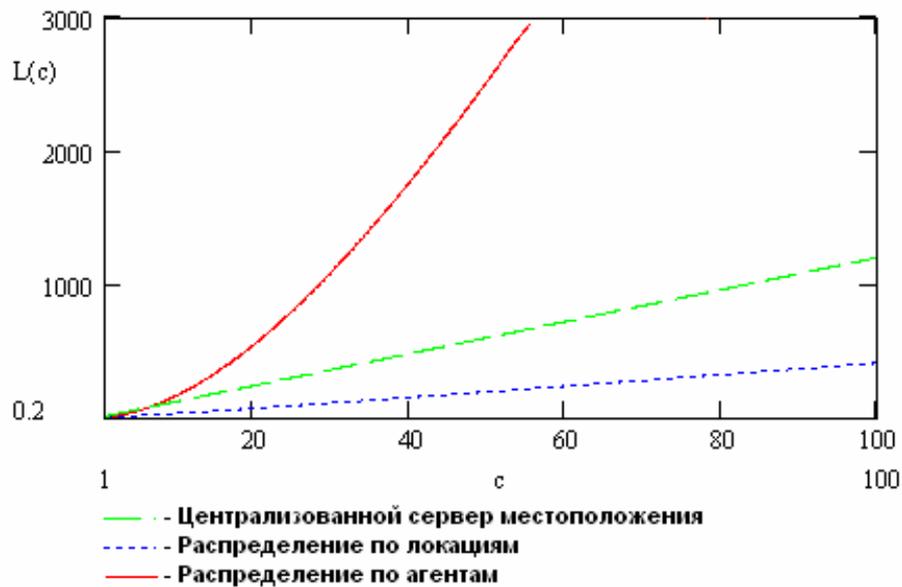


Рис. 8

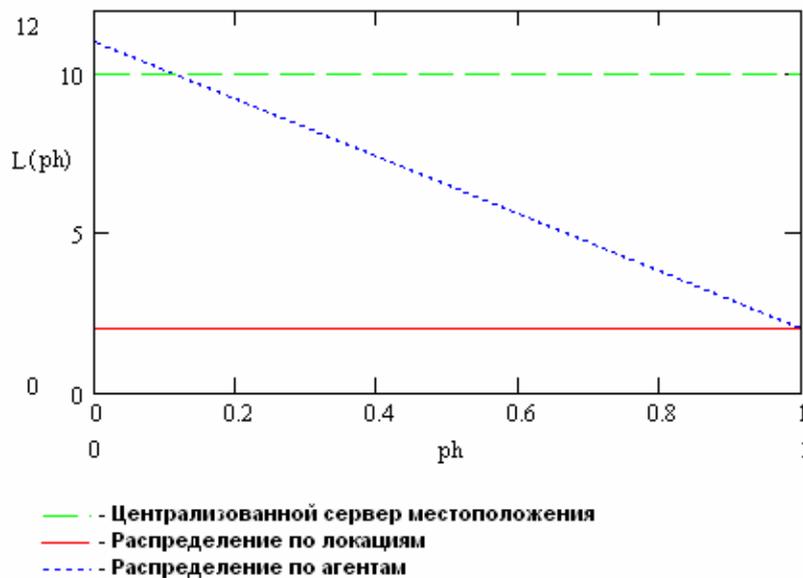


Рис. 9

Очевидно, что при заданных параметрах среды наиболее оптимальным является использование распределения по локациям. Однако стоит заметить, что каждый конкретный случай реализации системы управления информацией о местоположении требует индивидуального подхода к выбору способа распределения, и, основываясь на полученных в работе формулах и соотношениях, можно с легкостью произвести выбор наиболее

подходящего способа реализации системы управления информацией о местоположении мобильных агентов.

В пятой главе проведёно компьютерное моделирование универсальной системы управления информацией о местоположении мобильных агентов на основе предложенных протоколов, с использованием экспериментально полученных маршрутных данных GPS. Произведен анализ характеристик качества обслуживания, выполнено сравнение эффективности комбинированного протокола с предложенными базовыми решениями, а также предложен механизм динамической подстройки копии информации на сервере местоположения в зависимости от параметров окружающей среды для комбинированного протокола, позволяющий увеличить его эффективность.

Диаграммы классов разработанной системы моделирования, а так же пользовательский интерфейс программы-симулятора представлены на рисунке 10.

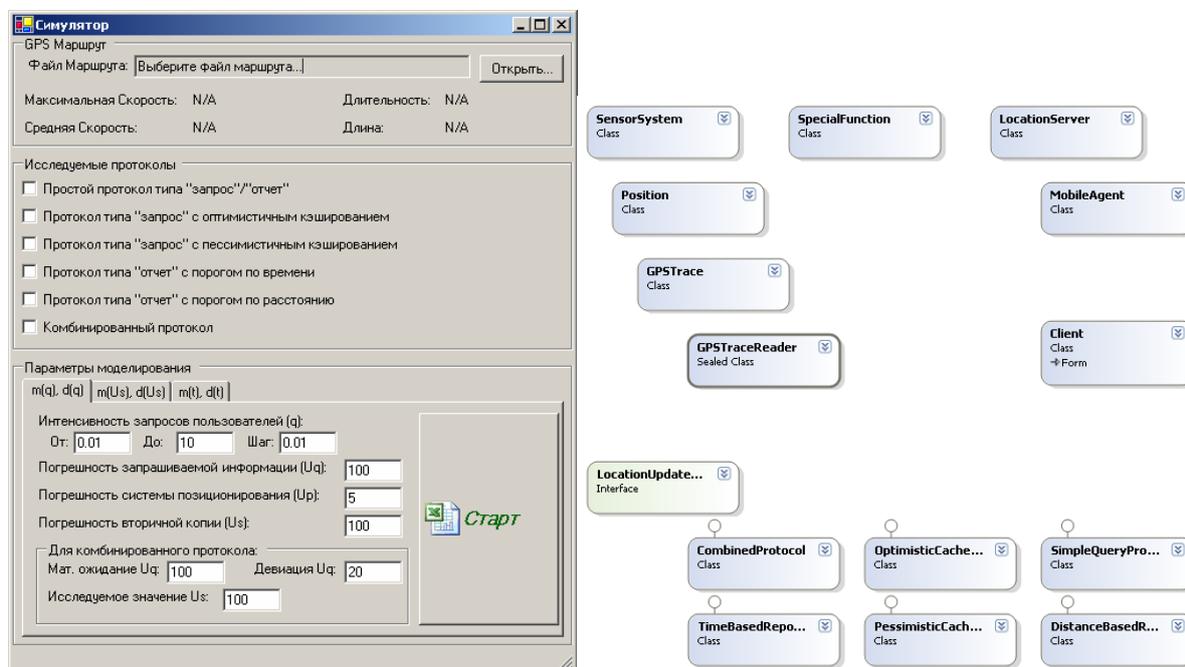


Рис. 10

С помощью данной системы моделирования был проведен ряд экспериментов по моделированию разработанной системы управления ин-

формацией о местоположении мобильных агентов в различных условиях. В частности были получены экспериментальные зависимости для интенсивности сообщений между источником и сервером как от интенсивности запросов пользователей и от погрешности вторичной копии, так и от времени, что дает возможность сделать выводы о целесообразности использования того или иного протокола при различных сценариях движения мобильного агента. Под условиями в данном случае понимаются типы маршрутов, использованные в процессе моделирования.

В рамках работы были собраны 18 GPS маршрутов отражающих реальное поведение мобильных агентов. Из них были отобраны 5 с наиболее выраженными характеристиками движения, для которых в последствии проводились все экспериментальные исследования (Таблица 1).

Таблица 1.

Маршрут Параметры	Car_5	Car_6	Car_11	Walk_3	Route_1
Тип движения	Загородная поездка	Смешанный цикл	Городское движение	Пешая прогулка	Велосипедная прогулка
Расстояние, км	36.602	1.779	13.394	1.603	5.001
Средняя скорость, км/ч	69.9	5.2	37.5	5.1	3.2
Максимальная скорость, км/ч	153.1	102.2	99.2	8.9	42.1
Минимальная скорость, км/ч	0.4	0.1	0.1	2.3	0.1
Длительность	0:31:24	0:20:38	0:21:26	0:18:52	1:33:47

Как видно из приведённых графиков (рис. 11), базируясь на реальных маршрутных данных, в работе были получены экспериментальные результаты, подтверждающие теоретические зависимости для загрузки канала и средней погрешности по расстоянию информации о местоположении мобильного агента. Полученные зависимости показывают состоятельность проведенных теоретических исследований в данной области, а также подтверждают возможность использования комбинированного протокола в различных средах и при различных входных параметрах. Также они подтверждают необходимость предварительного изучения среды для получения наилучшего результата от использования того или иного протокола.

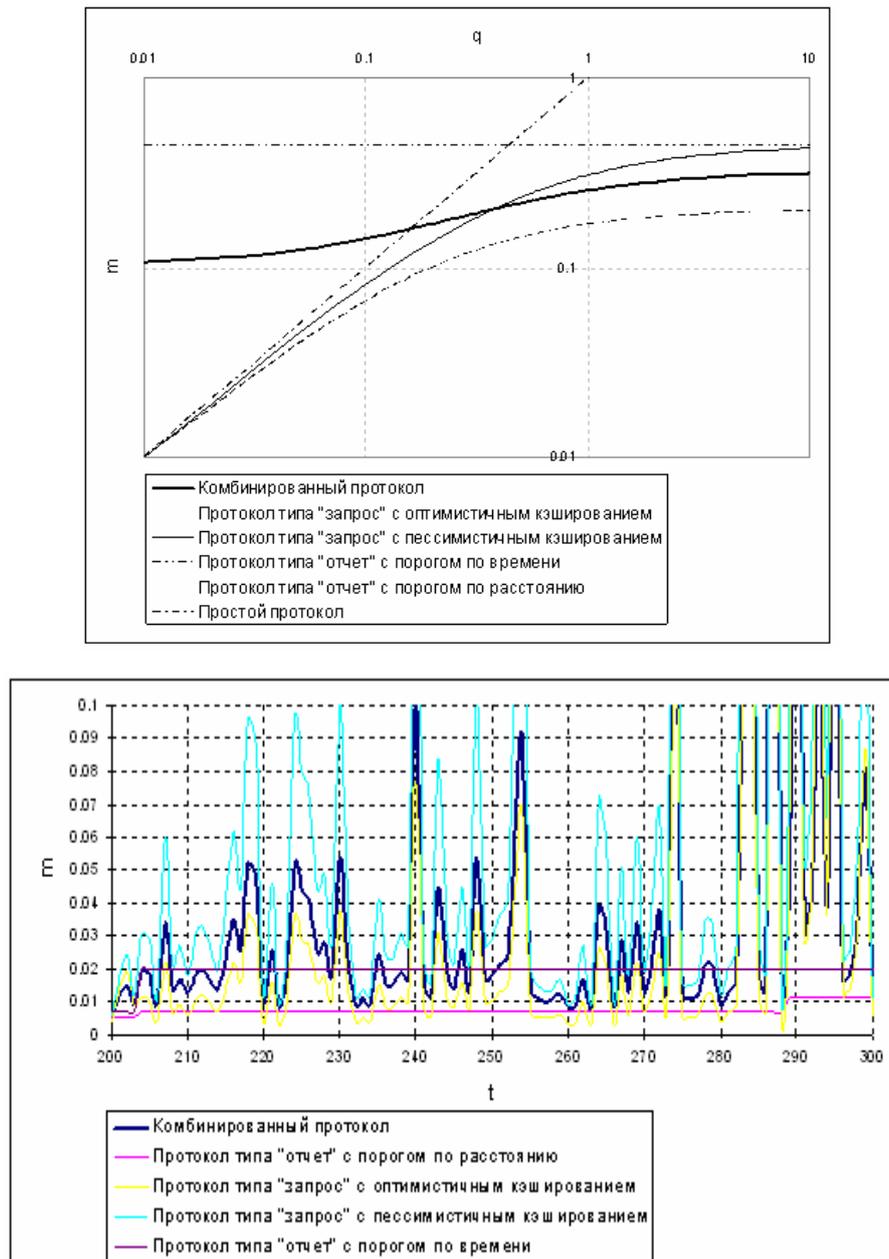


Рис. 11

Для улучшения эффективности комбинированного протокола в него был внедрен алгоритм оптимизации, который позволяет динамически подстраивать значение вторичной копии информации о местоположении мобильного агента на сервере местоположения, базируясь на истории запросов пользователей. Результаты применения алгоритма оптимизации представлены на рисунке 12.

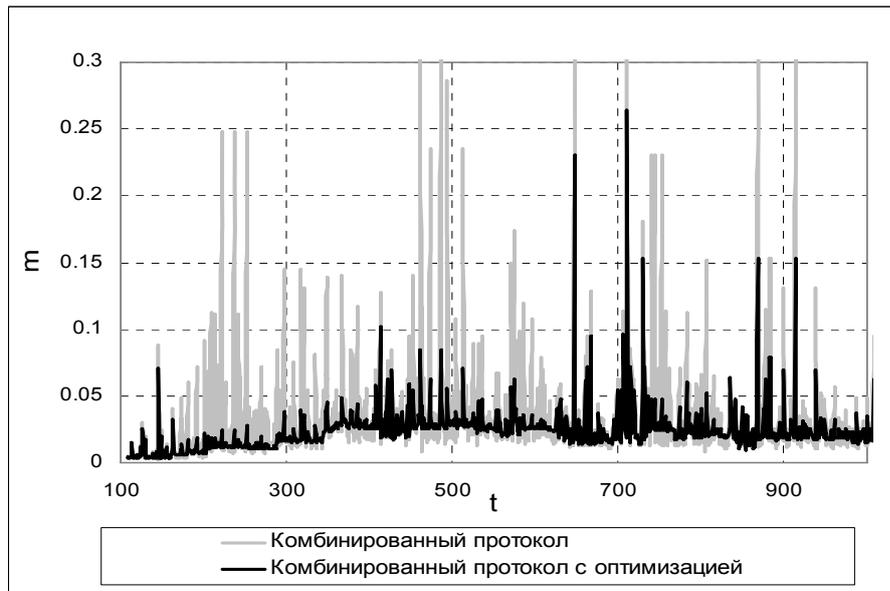


Рис. 12

Из результатов исследования видно, что использование алгоритма оптимизации комбинированного протокола значительно уменьшает нагрузку на канал связи источник-сервер.

В заключении отмечены основные результаты, представленные в работе.

В приложении представлены результаты моделирования, не включенные в пятую главу, но имеющие большую практическую ценность.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

- Проведено исследование распределенных информационных систем с привязкой к местности. Сформулированы основные требования к системам подобного класса. Предложен единый подход их усовершенствования и унификации.
- Разработана архитектура универсальной распределенной системы управления информацией о местоположении мобильных агентов. Детально рассмотрена модель системы, определены ее базовые компоненты и способы хранения информации о местоположении. Разработаны основные требования к предлагаемой системе, а также предложена мо-

дель описания местоположения мобильного агента и базовый интерфейс общения мобильных агентов.

- Предложена классификация протоколов обновления информации о местоположении мобильных агентов, построена математическая модель, проведен анализ основных характеристик и сравнение предложенных протоколов. Исследована зависимость интенсивности запросов сервера местоположения к мобильному агенту от интенсивности клиентских запросов, а так же от текущей погрешности информации о местоположении на сервере местоположения, для различных типов используемых протоколов. Для всех видов протоколов получены зависимости максимальной и средней погрешности по расстоянию в зависимости от интенсивности входящих запросов и от погрешности вторичной копии на сервере местоположения. Рассмотрены различные характеристики предложенных протоколов, возможность работы в режиме «offline», а так же проведено сравнение их эффективности и производительности. На базе полученных результатов был предложен комбинированный протокол, сочетающий в себе ряд преимуществ базовых протоколов и полностью удовлетворяющий требованиям системы управления информацией о местоположении мобильных агентов. Показано, что комбинированный протокол на базе протокола типа «отчет» с дистанционным порогом и пессимистического протокола типа «запрос» с кэшированием обладает лучшими характеристиками, чем базовые предложенные протоколы, а также способен приспосабливаться к состоянию окружающей среды.
- Разработана система имитационного моделирования протоколов обновления информации о местоположении мобильных агентов. Исследованы варианты применения данных протоколов, проведен анализ эффективности их применения. Предложен практический способ улучшения характеристик комбинированного протокола.

- Предложены три схемы распределения информации о местоположении для разработанной архитектуры единой системы управления информацией о местоположении мобильных агентов. Построена математическая модель системы с различными способами распределения, проведен их сравнительный анализ. Получены зависимости нагрузки, создаваемыми сообщениями различного вида, от количества ячеек сети и от вероятности нахождения мобильного агента в домашней ячейке. Также исследована зависимость нагрузки от вероятности удаленного запроса. На базе полученных результатов выработаны рекомендации по применению того или иного вида распределения.

ПУБЛИКАЦИИ

1. Юрасов, С.В. Система определения местоположения мобильных агентов в беспроводных ad-hoc сетях / Дни Науки - 2005: сб. трудов Международной научно-практической конференции.- Днепропетровск: Наука и просвещение, 2005. Т. 34. С. 45-48.
2. Юрасов, С.В. Модель системы управления информацией о местоположении мобильных агентов / Будущее технической науки - 2005: сб. докладов IV Международной молодежной научно-технической конференции.- Нижний Новгород, 2005. С. 29-30.
3. Юрасов, С.В. Разработка программно-реализуемого узла доступа пакетной сети // Современные наукоемкие технологии / РАЕ.- М., 2005. №6. С. 34-35.
4. Юрасов, С.В. Анализ распределенных информационных систем с привязкой к местности / Научный потенциал мира - 2005: сб. трудов II Международной научно-практической конференции.- Днепропетровск: Наука и просвещение, 2005. Т. 10. С. 45-50.

5. Юрасов, С.В. Обработка данных с учетом местоположения. Концепция LOCATION-AWARE COMPUTING // Современные наукоемкие технологии / РАЕ.- М., 2005. №9. С. 108-110.
6. Юрасов, С.В. Архитектура универсальной распределенной системы управления информацией о местоположении мобильных агентов / Актуальные проблемы использования и развития новых информационных технологий в России: сб. трудов Всероссийской научно-практической конференции.- Нижний Новгород, 2006. С. 51-56.
7. Юрасов, С.В. Классификация протоколов обновления информации о местоположении мобильных агентов / Современные проблемы радиоэлектроники: сб. науч. тр.- М.: Радио и связь, 2006. С. 514-517.
8. Юрасов, С.В. Сравнение базовых протоколов обновления информации о местоположении мобильных агентов / Актуальные проблемы современной науки: сб. трудов 2-го Международного форума.- Самара: Самар. гос. тех. ун-т, 2006. Ч. 24-26. С. 46-49.
9. Юрасов, С.В. Комбинированный протокол обновления информации о местоположении мобильных агентов / Динамика научных достижений – 2006: сб. трудов V Международной научно-практической конференции.- Днепропетровск: Наука и просвещение, 2006. Т. 7. С. 69-73.
10. Юрасов, С.В. Классификация схем распределения информации о местоположении мобильных агентов / Информационно-вычислительные технологии и их приложения: сб. трудов IV Международной научно-технической конференции.- Пенза: ПГСХА, 2006. С. 334-337.
11. Юрасов, С.В. Механизм динамической подстройки погрешности информации о местоположении мобильных агентов / Информационные технологии в современном мире: сб. трудов Международной научно-технической конференции.- Таганрог: ТРТУ, 2006. С. 86-89.

Подписано в печать 26.01.07. Формат 60 x 84 ¹/16. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 47.

Нижегородский государственный технический университет.
Типография НГТУ. 603950, Нижний Новгород, ул. Минина, 24.