Федеральное агентство связи
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича»

Птицына Л.К.

Системы представления и приобретения знаний

Методическое пособие к лабораторным работам

Санкт-Петербург

2016

УДК 378
ББК 32.81
П 87

Рецензент
кандидат технических наук, доцент СПбГУТ И.М. Новожилов

Птицына Л.К. **Системы представления и приобретения знаний**: методическое пособие к лабораторным работам – СПб.: Изд-во СПбГУТ, 2016. – 76 с.

Методическое пособие к лабораторным работам соответствует содержанию дисциплины «Системы представления и приобретения знаний» цикла профессиональных дисциплин федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки магистров 09.04.02 Информационные системы и технологии по профилю Коммуникационные технологии.

В методическом пособии приведены типовые задания к лабораторным работам по дисциплине «Системы представления и приобретения знаний» и предложены приёмы индивидуализации образовательных маршрутов. Раскрыто информационно-аналитическое обеспечение ключевых этапов жизненного цикла систем представления и приобретения знаний.

Предназначено для технологического сопровождения основной образовательной программы направления подготовки магистров 09.04.02 Информационные системы и технологии по профилю Коммуникационные технологии.

Табл. 5. Ил. 25. Библиогр.: 12

Печатается по решению редакционно–издательского совета Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича.

© Санкт- Петербургский государственный
университет телекоммуникаций им. проф.
М.А. Бонч-Бруевича , 2016
© Птицына Л.К., 2016

Содержание

Содержание 4
Введение 6
1. Задания к лабораторным работам 11
1.1. Задание к лабораторной работе №1 «Инсталляция и настройка инструментальной системы генерации ментальных моделей представления знаний» 11
1.2. Задание к лабораторной работе №2 «Построение концептуальных моделей представления знаний в среде инструментальной системы» 12
1.3. Задание к лабораторной работе №3 «Построение концептуальных моделей представления знаний о технологиях пикосетей в среде инструментальной системы» 13
1.4. Задание к лабораторной работе №4 «Анализ влияния пропозициональной логики на качество функционирования поисковых систем в глобальной сети Internet» 14
1.5. Задание к лабораторной работе №5 «Анализ представления знаний об одноуровневом управлении потоками в серверных системах» 15
1.6. Задание к лабораторной работе №6 «Анализ представления знаний о двухуровневом управлении потоками в серверных системах» 16
2. Архитектура и логическая структура персональных беспроводных сетей 17
2.1. Общие сведения о технологии Bluetooth 17
2.2. Сервисы пикосети стандарта IEEE 802.15.1 18
2.3. Архитектура передачи данных 21
2.4. Стек протоколов 23
2.4.1. Адресация устройств Bluetooth 26
2.4.2. Физические каналы 27
2.4.3. Физические линии 28
2.4.4. Логические транспорты 29
2.4.5. Логические линии 30
2.4.6. Пакеты 31
2.4.7. Уровень управления линиями (Link Manager Layer) 33
2.4.8. Уровень L2CAP (L2CAP Layer) 34
2.4.9. Прикладные протоколы 35
2.5. Защита информации 36
2.6. Интерфейс доступа к сети 37
2.7. Топология пикосети 39
3. Формализации перехода от системы представления знаний к системе генерации знаний 41
3.1. Концептуальная основа управления потоком запросов к серверной инфраструктуре 41
3.2. Генерация знаний о качестве одноуровневого управления потоком запросов к серверной инфраструктуре 44
3.3. Генерация знаний о качестве двухуровневого управления потоком запросов к серверной инфраструктуре 47
3.4. Извлечение знаний о качестве управления потоком запросов к серверной инфраструктуре 50
4. Вопросы для подготовки к зачёту по дисциплине «Представление знаний в информационных системах» 60
5. Тесты для проверки знаний студентов по дисциплине «Представление знаний в информационных системах» 62
5.1. Вариант № 1 62
5.2. Вариант № 2 65
5.3. Вариант № 3 69

6. Контрольные работы по дисциплине «Представление знаний в информационных 73

системах»
6.1. Контрольная работа № 1 73
6.2. Контрольная работа № 2 73
6.3. Контрольная работа № 3 74
Литература 76

Введение

Цикл лабораторных работ является одним из основных компонентов образовательного процесса по дисциплине «Системы представления и приобретения знаний». Цель реализации образовательного процесса заключается в освоении теоретических и технологических основ жизненного цикла систем представления и приобретения знаний. Дисциплина «Системы представления и приобретения знаний» должна обеспечивать формирование фундамента подготовки будущих специалистов в области искусственного интеллекта, а также, создавать необходимую базу для успешного овладения последующими специальными дисциплинами учебного плана. Изучение дисциплины должно способствовать развитию творческих способностей студентов, умению формулировать и решать задачи изучаемой специальности, умению творчески применять и самостоятельно повышать свои знания. Поставленные цели достигаются на основе фундаментализации, интенсификации и индивидуализации процесса обучения путём внедрения и эффективного использования достижений интеллектуальных технологий. В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие проводить самостоятельный анализ интеллектуальных инфокоммуникационных систем.

Дисциплина является первой дисциплиной, в которой студенты изучают инженерию знаний. Она находится на стыке дисциплин, обеспечивающих базовую и специальную подготовку студентов. Изучая эту дисциплину, студенты впервые знакомятся с принципами интеграции информации.

Приобретенные студентами знания и навыки необходимы для создания, применения, сопровождения и совершенствования инфокоммуникационных систем.

Дисциплина «Системы представления и приобретения знаний» является одной из основных дисциплин профессионального цикла учебного плана подготовки магистра по направлению «Информационные системы и технологии». Для успешного изучения дисциплины студенты должны обладать способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2); способностью проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности (ОК-5); способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (ОК-7); способностью осуществлять сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования (ПК-7).

Овладение предметом дисциплины «Системы представления и приобретения знаний» является обязательным для изучения последующих дисциплин учебного плана: «Аналитико-статистическое моделирование информационных систем», «Методы исследования и моделирования

информационных процессов и технологий», «Модели процессов предоставления инфокоммуникационных услуг».

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций (в соответствии ФГОС):

- профессиональных:
  - умение разрабатывать стратегии проектирования, определение целей проектирования, критериев эффективности, ограничений применимости (ПК-1);
  - уметь разрабатывать новые технологии проектирования информационных систем (ПК-3);
  - способность проводить анализ результатов проведения экспериментов, осуществлять выбор оптимальных решений, подготавливать и составлять обзоры, отчёты и научные публикации (ПК-12);
  - способность прогнозировать развитие информационных систем и технологий (ПК-13);
  - формировать новые конкурентоспособные идеи в области теории и практики информационных технологий и систем (ПК-14);
  - воспроизводить знания для практической реализации новшеств (ПК-16).

профильных профессиональных:

1	ППК-4	Умения по интеграции коммуникационных технологий в контексте профессиональной деятельности по областям, предусмотренным соответствующим образовательным стандартом
2	ППК-12	Умения по формированию распределённого искусственного интеллекта в коммуникационные технологии
3	ППК-13	Умения по применению онтологического подхода к проектированию новых коммуникационных технологий
4	ППК-14	Способность к повышению значимости наукоёмкого ядра коммуникационных технологий в контексте повышения эффективности профессиональной деятельности по областям, предусмотренным соответствующим образовательным стандартом
5	ППК-18	Умения по прогнозированию, проектированию, созданию, внедрению, оцениванию, контролю и интеграции новых сервисов коммуникационных технологий
6	ППК-20	Умения по привлечению новых инвестиций к сопровождению и проектированию коммуникационных технологий
7	ППК-24	Способность к формированию информационно-методического сопровождения коммуникационных технологий в образовательном контексте
8	ППК-25	Способность к использованию коммуникационных технологий в научно-образовательных и информационно-культурно-образовательных средах

В результате освоения дисциплины студент должен (в соответствии ФГОС):

Код компе-тенции	знать	уметь	владеть
ПК-1	– принципы структурирования знаний;	– создавать онтологии предметных областей;	– инструментальными средствами представления и приобретения знаний;
ПК-3	– модели представления знаний;	– генерировать новые алгоритмы планирования действий;	– приёмами разработки моделей представления знаний в средах инструментальных систем;
ПК-12	– модели представления знаний;	– создавать онтологии задач;	– инструментальными средствами представления и приобретения знаний;
ПК-13	– синтаксис и семантику логик;	– строить модели систем планирования действий;	– приёмами разработки моделей представления знаний в средах инструментальных систем;
ПК-14	– методы анализа систем планирования действий;	– генерировать новые алгоритмы планирования действий;	– инструментальными средствами представления и приобретения знаний;
ПК-16	– технологии интеллектуальных информационных агентов;	– применять методы анализа моделей представления знаний;	– инструментальными средствами представления и приобретения знаний;

Код компе-тенции	знать	уметь	владеть
ППК-4	- аппарат категорий;	- применять методы анализа моделей представления знаний;	- приёмами разработки моделей представления знаний в средах инструментальных систем;
ППК-12	- технологии интеллектуальных информационных агентов;	- применять методы анализа моделей представления знаний;	- приёмами разработки моделей представления знаний в средах инструментальных систем;
ППК-13	- аппарат категорий;	- применять методы анализа моделей представления знаний;	инструментальными средствами представления и приобретения знаний;
ППК-14	- формальные спецификации разделяемых концептуальных моделей представления знаний;	- применять методы анализа моделей представления знаний;	- приёмами разработки моделей представления знаний в средах инструментальных систем;
ППК-18	- принципы структурирования знаний;	- определять функциональные модели, продукционные модели, логические модели, модели семантической сети, фреймовые модели представления знаний;	- инструментальными средствами представления и приобретения знаний;
ППК-20	- методы анализа моделей представления знаний;	- определять функциональные модели, продукционные модели, логические модели, модели семантической сети, фреймовые модели представления знаний;	- приёмами разработки моделей представления знаний в средах инструментальных систем;
ППК-24	- модели представления знаний;	- создавать онтологии предметных областей, онтологии задач и онтологии приложений;	- приёмами разработки моделей представления знаний в средах инструментальных систем;
ППК-25	- нотации моделей представления знаний;	- создавать онтологии предметных областей, онтологии задач и онтологии приложений;	- приёмами разработки моделей представления знаний в средах инструментальных систем;

В результате выполнения цикла лабораторных работ по дисциплине «Системы представления и приобретения знаний» студенты должны обрести и развить выше перечисленные компетенции.

В первом разделе сформулированы типовые задания для лабораторных работ по дисциплине «Системы представления и приобретения знаний» и предложены приёмы вариаций их содержании с целью формирования индивидуальных образовательных маршрутов.

Во втором разделе рассмотрена технология Bluetooth, предназначенная для беспроводной передачи компьютерных данных и голоса. Вначале представлена общая характеристика технологии беспроводной связи на малых расстояниях. Описаны сервисы, предоставляемые пикосетью стандарта IEEE 802.15.1, и способы доступа к ним. Проанализирована архитектура передачи данных Bluetooth, проведено отображение типов трафика на сущности архитектуры передачи данных. Выделен стек протоколов Bluetooth и приведено техническое описание протоколов каждого уровня стека. Раскрыты интерфейс доступа к сети и топология персональных сетей стандарта IEEE 802.15.1. Материал второго раздела предназначен для выбора объектов знаний, представляемых в разрабатываемых и создаваемых в ходе лабораторных работ концептуальных моделях в инструментальной среде системы Cmap Tools.

В третьем разделе представлена концепция управления потоками заданий в серверной системе. Предложены два способа автоматизации управления потоками заданий в серверной системе, основанные на одноуровневом и двухуровневом управлении. Выделены основные показатели и критерии качества функционирования серверной инфраструктуры. Выполнен переход от системы представления знаний об управлении потоками заданий в серверной инфраструктуре к системе генерации знаний о влиянии типа и параметров управления на её качество функционирования. Раскрыта цепь формализаций, обеспечивающая реализацию указанного перехода. Определены и проанализированы динамические характеристики систем автоматизации управления потоками заданий в серверной системе. Приведены прототипы инструментальных средств генерации знаний о качестве функционирования серверной системы в зависимости от типа и параметров управления потоками заданий. Продемонстрированы базовые приёмы подтверждения корректности функциональных возможностей системы генерации знаний. Выявлены преимущества гистерезисного управления. Определены отношения между одноуровневым и двухуровневым управлением потоками заданий в контексте качества функционирования серверной системы. Материал третьего раздела предназначен для извлечения знаний о содержании основных этапов жизненного цикла систем генерации знаний и формирования способности к их реализации в профессиональных средах посредством получения и развития теоретических и практических навыков разработки и испытания их ключевых компонентов в ходе лабораторных работ.

В четвёртом разделе приведены вопросы для подготовки к зачёту по дисциплине «Системы представления и приобретения знаний».

В пятом разделе представлены тесты для проверки знаний студентов по дисциплине «Системы представления и приобретения знаний».

В шестой раздел включены контрольные работы по дисциплине «Системы представления и приобретения знаний».

Для успешного выполнения работ, предусматриваемых в четвёртом, пятом и шестом разделах, целесообразно воспользоваться лекциями и знаниями, представленными в [1 – 9].

Материалы четвёртого, пятого и шестого разделов рекомендуется использовать студентам в процессе самостоятельной работы по изучению теоретических и практических основ представления знаний в информационных системах.

При подготовке методического пособия проанализированы материалы, представленные на сайтах http://www.radio-electronics.com/, http://www.extendedsystems.com/, http://www.bluetooth.org/, http://cmap.ihmc.us.

1. Задания к лабораторным работам

1.1. Задание к лабораторной работе № 1 «Инсталляция и настройка инструментальной системы генерации ментальных моделей представления знаний»

Цель лабораторной работы – на базе персональной платформы информатизации создать инструментальную среду для разработки и сопровождения ментальных моделей представления знаний в информационных системах и обрести способность к развитию научно-образовательных сред.

Задание к лабораторной работе:

1. Сформировать единый образ рабочего стола персонального средства информатизации, используемого для выполнения всех лабораторных работ по изучаемой дисциплине.
2. Продемонстрировать свойства персонального средства информатизации и создать соответствующую твёрдую копию экрана.
3. Найти в глобальной сети Internet Cmap Tools инструментальную систему для разработки и сопровождения ментальных моделей представления знаний в информационных системах.
4. Ознакомиться с представлением функциональной спецификации инструментальной среды для разработки и сопровождения ментальных моделей представления знаний в информационных системах и процесса её инсталляции по описаниям, приведённым на сайте найденного информационного ресурса.
5. Зарегистрироваться на сайте найденного информационного ресурса глобальной сети Internet, провести инсталляцию программного продукта на персональное средство информации с образованием твёрдых копий экранов каждого отдельного её этапа, подтвердить включение нового программного средства в состав его прикладного программного обеспечения.
6. Развернуть на персональной платформе информатизации Cmap Tools инструментальную систему для разработки и сопровождения ментальных моделей представления знаний в информационных системах.
7. Выделить функциональные группы Cmap Tools инструментальной системы для разработки и сопровождения ментальных моделей представления знаний в информационных системах, развернуть список функций каждой группы с образованием соответствующих твёрдых копий.
8. Выполнить перевод на русский язык всех функций каждой функциональной группы Cmap Tools инструментальной системы для разработки и сопровождения ментальных моделей представления знаний в информационных системах.
9. Загрузить в инструментальную среду свободно распространяемый образ ментальной модели представления знаний в виде интеллектуальной карты, сформировать твёрдую копию экрана.

10. Построить в инструментальной среде интеллектуальные карты взаимодействия двух узлов согласно эталонной модели взаимодействия открытых систем OSI/ISO при выполнении двух ролей «источник», «приёмник» каждым из узлов, образовать твёрдые копии интеллектуальных карт.
11. Определить матричное описание построенных ментальных моделей взаимодействия двух узлов согласно эталонной модели взаимодействия открытых систем OSI/ISO при выполнении двух ролей «источник», «приёмник» каждым из узлов.
12. Составить отчёт по выполненной лабораторной работе. В отчёт включить: цель работы, задание, твёрдые копии выполненных действий с комментариями, представляющими их содержание, построенные модели с вариациями в их описании, и вывод.
13. Представить отчёт о выполненной работе преподавателю и защитить его.
14. Исправить отчёт по выполненной работе в соответствии с замечаниями преподавателя, распечатать и подписать титульный лист отчёта, сдать преподавателю электронную копию отчёта и подписанный титульный лист.

1.2. Задание к лабораторной работе № 2 «Построение концептуальных моделей представления знаний в среде инструментальной системы»

Цель работы – обрести и развить способность к извлечению знаний о технологиях пикосетей, создать первичный базис для системы концептуальных моделей представления знаний о технологиях персональных сетей, сформировать способность к разработке, построению и сопровождению жизненного цикла концептуальных моделей представления знаний в профессиональных инструментальных средах.

Задание к лабораторной работе:
1. Извлечь из информационных ресурсов глобальной сети Internet знания о технологиях пикосетей, соответствующих семейству стандартов IEEE 802.15.
2. Уточнить извлечённые знания посредством их сопоставления со знаниями, полученными при изучении стандарта IEEE 802.15.1 и материалов пособия, содержащих основные положения об архитектуре и логической структуре сетей Bluetooth.
3. Согласовать с преподавателем объекты представления знаний для п.п. 4, 5, 6. В соответствии с разделом 2 настоящего пособия преподаватель может сменить объекты представления знаний.
4. Разработать и построить в инструментальной среде Cmap Tools концептуальную модель процесса создания спецификации IEEE 802.15.1.
5. Разработать и построить в инструментальной среде Cmap Tools концептуальную модель взаимодействия узлов двух пикосетей согласно стандарту IEEE 802.15.1.

6. Разработать и построить в инструментальной среде Cmap Tools концептуальную модель профиля обобщенного доступа средств информатизации согласно стандарту IEEE 802.15.1.
7. Составить отчёт по выполненной лабораторной работе. В отчёт включить: цель работы, задание, твёрдые копии выполненных действий с комментариями, представляющими их содержание, построенные модели с вариациями в их описании, и вывод.
8. Представить отчёт о выполненной работе преподавателю и защитить его.
9. Исправить отчёт по выполненной работе в соответствии с замечаниями преподавателя, распечатать и подписать титульный лист отчёта, сдать преподавателю электронную копию отчёта и подписанный титульный лист.

1.3. Задание к лабораторной работе № 3 «Построение концептуальных моделей представления знаний о технологиях пикосетей в среде инструментальной системы»

Цель работы – развить способность к извлечению знаний о сетевых технологиях, расширить систему концептуальных моделей представления знаний о технологиях персональных сетей, развить способность к разработке, построению и сопровождению жизненного цикла новых концептуальных моделей представления знаний в профессиональных инструментальных средах.

Задание к лабораторной работе:
1. Извлечь из информационных ресурсов глобальной сети Internet знания о технологиях локальных беспроводных сетей, соответствующих семейству стандартов IEEE 802.11.
2. Уточнить извлечённые знания посредством их сопоставления со знаниями, полученными при изучении стандарта IEEE 802.11 и материалов [1], содержащих основные положения об архитектуре и логической структуре локальных беспроводных сетей.
3. Согласовать с преподавателем объекты представления знаний для п.п. 4, 5. В соответствии с разделом 2 настоящего пособия преподаватель может сменить объекты представления знаний.
4. Разработать и построить в инструментальной среде Cmap Tools концептуальную модель представления знаний о стеке протоколов стандарта IEEE 802.15.1.
5. Разработать и создать в инструментальной среде Cmap Tools концептуальную модель представления знаний о взаимодействии платформы информатизации стандарта IEEE 802.15.1 с локальной сетью, построенной согласно технологии стандарта IEEE 802.11.
6. Составить отчёт по выполненной лабораторной работе. В отчёт включить: цель работы, задание, твёрдые копии выполненных действий с комментариями, представляющими их содержание, построенные модели с вариациями в их описании, и вывод.
7. Представить отчёт о выполненной работе преподавателю и защитить его.

8. Исправить отчёт по выполненной работе в соответствии с замечаниями преподавателя, распечатать и подписать титульный лист отчёта, сдать преподавателю электронную копию отчёта и подписанный титульный лист.

1.4. Задание к лабораторной работе № 4 «Анализ влияния пропозициональной логики на качество функционирования поисковых систем в глобальной сети Internet»

Цель работы – выявить особенности использования функций пропозициональной логики при определении запросов поиска информации в глобальной сети Internet с помощью поисковых систем и их влияния на качество поиска, обрести и развить способность к оперативному сбору и анализу профессиональной информации в Intranet сетях.

1. Выбрать множество поисковых систем, включающее не менее 4 известных реализаций и предусматривающее использование поисковой системы Google.
2. Сформировать композитное (сложное) высказывание, относящееся к области информационных систем и включающее не менее 5 атомарных высказываний.
3. Сконструировать базис логического связывания атомарных высказываний с применением функций пропозициональной логики.
4. Сформировать расширение композитного высказывания на основе правил пропозициональной логики.
5. Спланировать эксперимент по исследованию влияния пропозициональной логики на качество функционирования каждой поисковой системы из выделенного множества.
6. Реализовать спланированный эксперимент согласно п.5 с образованием твёрдых копий результатов поиска и сформулировать рекомендации по образованию композитных высказываний.
7. Спланировать эксперимент по сравнительному анализу качества функционирования выбранных поисковых систем.
8. Реализовать эксперимент, спланированный согласно п.7, с образованием твёрдых копий результатов поиска и сформулировать рекомендации относительно предпочтений по использованию поисковых систем при решении профессиональных задач в глобальной сети Интернет.
9. Составить отчёт по выполненной лабораторной работе. В отчёт включить: цель работы, задание, твёрдые копии выполненных действий с комментариями, представляющими их содержание, и вывод.
10. Представить отчёт о выполненной работе преподавателю и защитить его.
11. Исправить отчёт по выполненной работе в соответствии с замечаниями преподавателя, распечатать и подписать титульный лист отчёта, сдать преподавателю электронную копию отчёта и подписанный титульный лист.

1.5. Задание к лабораторной работе № 5
«Анализ представления знаний об одноуровневом управлении потоками в серверных системах»

Цель работы – разработать концептуальную модель представления знаний об одноуровневом управлении потоком заданий в серверной системе и прикладное программное обеспечение персональной платформы информатизации для генерации знаний о мере влияния его параметров на её качество функционирования, обрести способность к созданию новых систем генерации знаний в научно-образовательных средах.

1. Извлечь знания об одноуровневом управлении потоками в серверной системе из материалов пособия.
2. Разработать и построить в инструментальной среде Cmap Tools концептуальную модель одноуровневого управления потоками заданий в серверной системе.
3. Выбрать систему показателей качества одноуровневого управления потоком заданий в серверной системе.
4. Выделить математическое ядро определения показателей качества одноуровневого управления потоком заданий в серверной системе.
5. Проанализировать функциональную спецификацию прототипов приложений для оценки качества одноуровневого управления потоком заданий в серверной системе.
6. Разработать приложение для определения показателей качества одноуровневого управления потоком заданий в серверной системе. Приложение можно написать на любом из языков программирования либо с использованием любого из математических пакетов (например, Matcad, Matlab, Scilab)
7. Подтвердить работоспособность созданного приложения. Для подтверждения использовать получаемые оценки и оценки показателей качества управления, представленные в исходном материале.
8. Исследовать зависимость показателей качества функционирования серверной системы от параметров одноуровневого управления.
9. Подтвердить выполняемость условий о соотношении качества одноуровневого и гистерезисного управления потоком заданий в серверной системе. Для подтверждения использовать оценки показателей качества управления, представленные в исходном материале.
10. Составить отчёт по выполненной лабораторной работе. В отчёт включить: цель работы, задание, твёрдые копии выполненных действий с комментариями, представляющими их содержание, и вывод.
11. Представить отчёт о выполненной работе преподавателю и защитить его.
12. Исправить отчёт по выполненной работе в соответствии с замечаниями преподавателя, распечатать и подписать титульный лист отчёта, сдать преподавателю электронную копию отчёта и подписанный титульный лист.

1.6. Задание к лабораторной работе № 6
«Анализ представления знаний о двухуровневом управлении потоками в серверных системах»

Цель работы – разработать концептуальную модель представления знаний о гистерезисном управлении потоком заданий в серверной системе и прикладное программное обеспечение персональной платформы информатизации для генерации знаний о мере влияния его параметров на её качество функционирования, развить способность к созданию новых систем генерации знаний в научно-образовательных средах.

1. Извлечь знания о двухуровневом управлении потоками в серверной системе из материалов пособия.
2. Разработать и построить в инструментальной среде Cmap Tools концептуальную модель двухуровневого управления потоками заданий в серверной системе.
3. Выбрать систему показателей качества двухуровневого управления потоком заданий в серверной системе.
4. Выделить математическое ядро определения показателей качества двухуровневого управления потоком заданий в серверной системе.
5. Проанализировать функциональную спецификацию прототипов приложений для оценки качества двухуровневого управления потоком заданий в серверной системе.
6. Разработать приложение для определения показателей качества двухуровневого управления потоком заданий в серверной системе. Приложение можно написать на любом из языков программирования либо с использованием любого из математических пакетов (например, Matcad, Matlab, Scilab)
7. Подтвердить работоспособность созданного приложения. Для подтверждения использовать получаемые оценки и оценки показателей качества управления, представленные в исходном материале.
8. Исследовать зависимость показателей качества функционирования серверной системы от параметров двухуровневого управления.
9. Подтвердить выполняемость условий о соотношении качества одноуровневого и гистерезисного управления потоком заданий в серверной системе. Для подтверждения использовать получаемые оценки и оценки показателей качества управления, представленные в исходном материале.
10. Определить приоритеты использования одноуровневого и двухуровневого управления потоками в сетевых инфраструктурах.
11. Составить отчёт по выполненной лабораторной работе. В отчёт включить: цель работы, задание, твёрдые копии выполненных действий с комментариями, представляющими их содержание, и вывод.
12. Представить отчёт о выполненной работе преподавателю и защитить его.
13. Исправить отчёт по выполненной работе в соответствии с замечаниями преподавателя, распечатать и подписать титульный лист отчёта, сдать преподавателю электронную копию отчёта и подписанный титульный лист.

2. Архитектура и логическая структура персональных беспроводных сетей

2.1. Общие сведения о технологии Bluetooth

Первоначально спецификация Bluetooth разработана фирмой Ericsson, а потом стандартизована специально созданной 20 мая 1999 года группой Bluetooth Special Interest Group (SIG). Группа создана компаниями Sony Ericsson, IBM, Intel, Toshiba и Nokia.

Первые версии Bluetooth 1.0 и 1.0B имели многочисленные проблемы, различные производители столкнулись со значительными трудностями при попытке заставить их продукты взаимодействовать. Указанные версии спецификации предполагали обязательную передачу аппаратного адреса устройства Bluetooth (BD_ADDR) в процессе установки соединения, что делало невозможным анонимное взаимодействие устройств.

В версии 1.1 исправлены многие ошибки спецификации 1.0B, добавлена поддержка незашифрованных каналов.

Версия 1.2 обратно совместима с 1.1. Основные улучшения версии 1.2 по отношению к версии 1.1 заключаются в следующем:

– адаптивные прыжки по частоте, которые повышают устойчивость при интерференции, исключая частоты, на которых она обнаруживается;

– транспорты eSCO (расширенные синхронные транспорты с установлением соединения), которые позволяют улучшить качество аудио-линий при помощи ограниченной повторной передачи повреждённых пакетов;

– поддержка HCI для 3-проводного UART;

– доступ через HCI к временным параметрам.

Версия 2.0 обратно совместима с версиями 1.x. Основные улучшения версии 2.0 по отношению к версии 1.2 характеризуются следующим:

– добавлены каналы без прыжков по частоте, которые позволяют добиться большей пропускной способности. Однако указанный механизм разрушает встроенный механизм безопасности, основанный на прыжках по частоте. По отношению к уровню развития технологий информационной безопасности введённый механизм не признаётся среди соответствующих специалистов современным. На данный момент безопасность технологии Bluetooth базируется в основном на криптографии;

– скорость передачи данных увеличена до 2.1 Мбит/с;

– встроенные механизмы поддержки качества обслуживания;

– сокращены времена отклика устройств;

– примерно в 2 раза снижено энергопотребление.

Технология Bluetooth определяется спецификацией радиочастотной передачи данных и голоса при связи «один ко многим» (Point-to-Multipoint)

на небольших расстояниях. Bluetooth позволяет передавать данные сквозь цельные неметаллические объекты. Специфицированная дальность составляет от 10 см до 10 м, но при увеличении мощности передатчиков дальность может быть увеличена до 100 м. Технология Bluetooth основана на дешёвой, короткодействующей радиосвязи и предоставляет услуги связи как стационарным, так и мобильным устройствам.

Общая характеристика технологии Bluetooth:

– работает в 2.4 ГГц промышленно-научно-медицинском диапазоне (Industrial Scientific Medical, ISM);

– использует технологию размазанного спектра с прыжками по частоте (Frequency Hop Spread Spectrum, FHSS**), при использовании которой частотный диапазон делится на некоторое число каналов и в процессе работы радиочастотные приёмопередатчики в псевдослучайном порядке «перепрыгивают» с одного канала на другой;**

– поддерживает до 8 активных устройств, входящих в пикосеть (Piconet);

– количество устройств в сети не ограничено;

– имеет встроенную поддержку функций безопасности;

– обеспечивает передачу данных через стены и иные визуальные препятствия;

– данные передаются во всех направлениях;

– поддерживает асинхронные, изохронные и синхронные сервисы;

– легко интегрируется со стеком TCP/IP.

Технология Bluetooth позволяет обмениваться данными с широким спектром вычислительных и телекоммуникационных устройств без необходимости использовать провода, предоставляет возможность быстрого соединения между устройствами. Технология Bluetooth, обеспечивающая низкое энергопотребление, может использоваться теми же устройствами, что и технология IrDA.

Между Bluetooth SIG и IEEE достигнуто соглашение, в соответствии с которым спецификация Bluetooth вошла в стандарт IEEE 802.15.1, опубликованный 14 июня 2002 года.

2.2. Сервисы пикосети стандарта IEEE 802.15.1

Пользователям технологии стандарта IEEE 802.15.1 доступно большое многообразие сервисов, таких как беспроводная телефония, передача факсов, удалённый доступ к сети, синхронизация персональных данных. Конкретный набор сервисов зависит от возможностей устройств, соединённых пикосетью.

Для предоставления сервисов используется понятие профилей, определённых в отдельных томах спецификации Bluetooth. Обычно профили напрямую связаны с предоставлением сервисов, таких как беспроводная телефония или удалённый доступ к сети. Однако существуют и служебные профили, на которые они опираются.

Для обнаружения сервисов и определения их параметров используется определённый в спецификации Bluetooth прикладной протокол обнаружения сервисов (Service Discovery Protocol, SDP). Протокол SDP может использоваться в автоматическом режиме для настройки технических параметров соединения или в режиме диалога с пользователем, который может получить список доступных сервисов и их параметров. Параметрами сервисов могут быть, например, номер канала и имя последовательного порта в профиле последовательного порта Serial Port Profile.

Профиль обобщённого доступа Generic Access Profile определяет общие процедуры, связанные с обнаружением устройств Bluetooth и аспекты управления линиями. Он также определяет процедуры, связанные с различными уровнями безопасности. Также профиль включает общие требования к представлению параметров Bluetooth на уровне пользовательского интерфейса. Стек протоколов профиля обобщённого доступа представлен на

Рис. **1.**

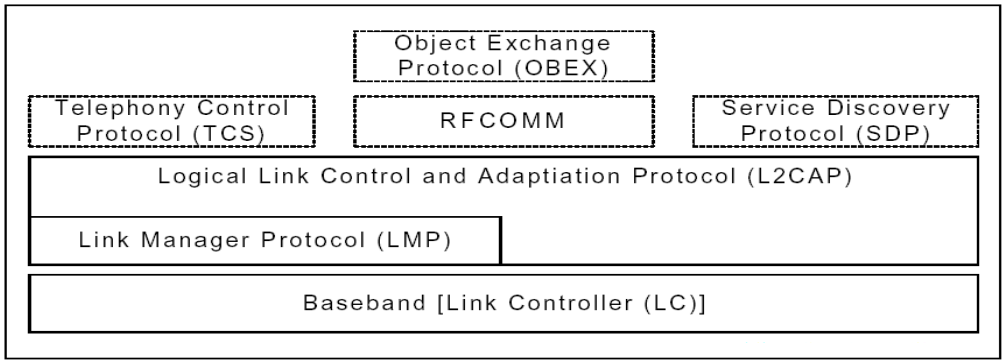

Рис. 1. Стек протоколов для профиля Generic Access Profile

Профиль последовательного порта Serial Port Profile определяет протоколы и процедуры, используемые устройствами Bluetooth для эмуляции последовательного порта RS-232. Основной протокол, определяемый этим профилем, называется RFCOMM и представляет собой адаптацию стандарта GSM TS 07.10. Профиль применяется для взаимодействия устройств, соответствующих технологии Bluetooth, с унаследованными приложениями при помощи абстракции виртуального последовательного порта. Реализация этой абстракции зависит от операционной системы. От рассматриваемого профиля зависят многие другие профили, как показано на Рис. 2.

Профиль доступа к локальной вычислительной сети (ЛВС) LAN Access Profile определяет доступ к локальной сети с помощью протокола Point-to-Point Protocol (PPP) поверх RFCOMM. Стек протоколов профиля доступа к ЛВС показан на Рис. 3.

Точка доступа к ЛВС представляет собой сервер PPP и занимается выделением пакетов IP из кадров PPP и помещением их в ЛВС, например, в кадры Ethernet. В роли оконечного оборудования данных (Data Terminal

Equipment, DTE) обычно выступают персональные компьютеры (ПК), ноутбуки и карманные ПК. DTE является клиентом PPP.

Профиль обобщённого обмена объектами Generic Object Exchange Profile предназначен для описания организации взаимодействия по протоколу OBEX. Указанный протокол является адаптацией протокола IrDA Object Exchange Protocol, IrOBEX. Он используется профилями более высокого уровня, такими как:

– Object Push Profile, предназначен для передачи объектов;

– File Transfer Profile, предназначен для передачи файлов;

– Synchronization Profile, предназначен для синхронизации данных.

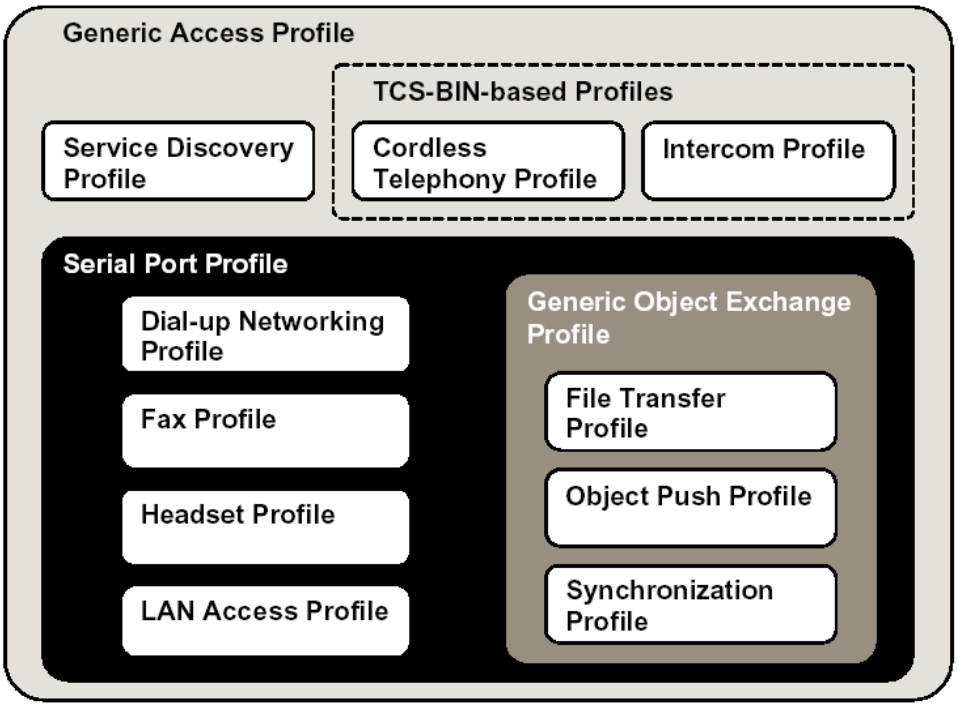

Рис. 2. Профиль обобщённого доступа

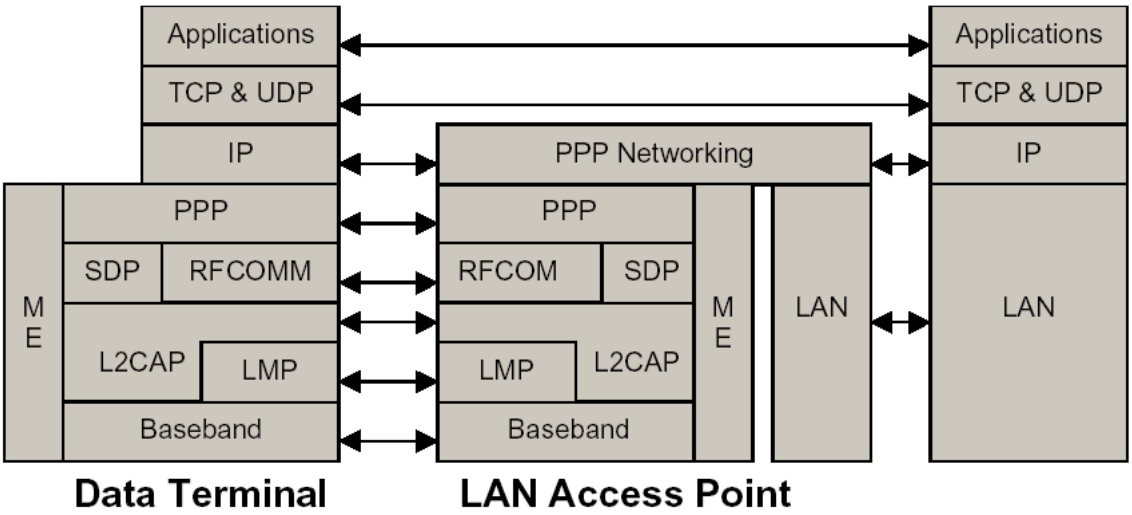

Рис. 3. Стек протоколов профиля доступа к ЛВС

Наряду с описанными профилями Bluetooth существуют и другие, решающие более специфичные задачи

Профиль Service Discovery Application Profile ориентирован на поиск в режиме диалога с пользователем зарегистрированных сервисов Bluetooth и дополнительной информации об этих сервисах.

Профиль Dial-up Networking Profile предназначен для организации связи с сетью Интернет при помощи беспроводных модемов или сотовых телефонов.

Профиль Human Interface Device Profile обеспечивает беспроводное подключение пользовательских устройств ввода.

Профиль Cordless Telephony Profile и Intercom Profile поддерживает организацию беспроводной телефонии.

Профиль Headset Profile сопровождает беспроводной ввод/вывод звука.

Профиль Basic Printing Profile необходим для беспроводной печати файлов.

Профиль Fax Profile служит для беспроводной отправки факсов.

Профиль Audio Video Remote Control Profile предусматривает дистанционное управление аудио- и видеоустройствами.

Профиль SIM Access Profile реализует доступ к SIM-картам.

2.3. Архитектура передачи данных

Типы трафика в сетях технологии IEEE 802.15.1 классифицируются по следующим признакам:

– с постоянной или переменной битовой скоростью;

– с установлением или без установления соединения;

– с наличием временной зависимости между приёмником и передатчиком (трафик чувствителен к задержкам) или без таковой;

– с разбиением данных на кадры или без разбиения (потоковые данные);

– с надёжной или ненадёжной доставкой;

– индивидуальные («один к одному») или широковещательные данные.

Например, передача оцифрованного звука соответствует, как правило, трафику с постоянной битовой скоростью (Constant Bit Rate), с установлением соединения (Connection-oriented), с наличием временных характеристик (задержки между кадрами резко ухудшают восприятие голосового потока), потоковому (Streamed), не требующего надёжной доставки (исчезновение нескольких дискрет может быть компенсировано интерполяцией), индивидуальному (Unicast).

Поскольку технология Bluetooth должна поддерживать несколько типов трафика (в частности, голосовой и компьютерный), спецификация описывает общую архитектуру передачи данных и рекомендуемую привязку типов трафика к типам линий Bluetooth. Общая архитектура передачи данных

Bluetooth представлена на Рис. 4. Рассмотрим отображение общей классификации типов линий на классификацию типов линий в технологии Bluetooth.

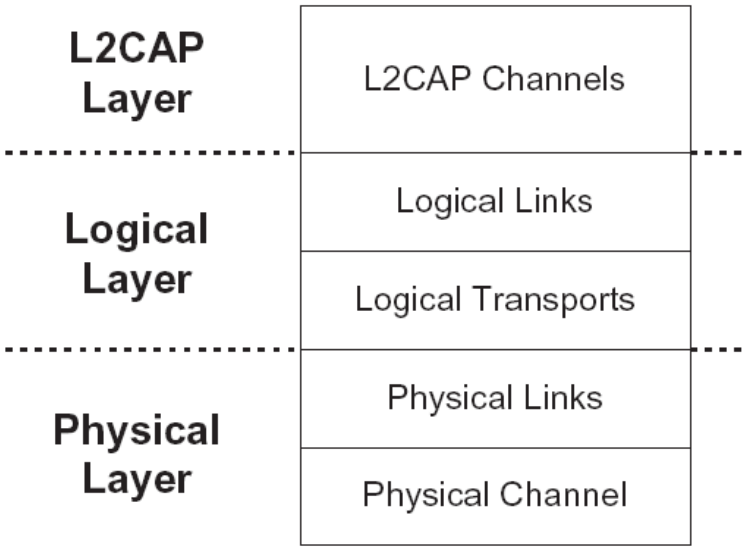

Рис. 4. Общая архитектура передачи данных Bluetooth

По распределению данных различаются индивидуальные и широковещательные линии.

Индивидуальные линии (Unicast Links) существуют только между двумя конечными узлами сети, трафик может посылаться в любом направлении. По спецификации Bluetooth, все однонаправленные линии организуются на основе соединений (Connection-oriented), т. е. перед использованием линии выполняется процедура установки соединения.

Широковещательные линии (Broadcast Links) существуют между одним передатчиком и, возможно, одним или несколькими приёмниками, трафик однонаправленный (Unidirectional), т. е. посылается только от устройства-источника устройствам-получателям. Широковещательные линии организуются без установления соединения (Connectionless), т. е. не существует процедуры установления соединения, и данные могут посылаться по ним в любое время. В Bluetooth широковещательные линии ненадёжны, и не существует гарантии, что данные будут получены.

По схеме планирования и подтверждения передачи данных выделяются синхронные, асинхронные и изохронные линии.

Синхронные линии обеспечивают привязку передаваемых данных к частоте синхронизации пикосети Bluetooth, что достигается резервированием постоянных слотов в физическом канале и передачей пакетов фиксированного размера в эти постоянные интервалы. Фактически реализуется техника временного мультиплексирования. Подобные линии планируется использовать, прежде всего, для передачи оцифрованных голосовых данных.

Асинхронные линии дают возможность передавать данные, не имеющие временных характеристик. Поскольку данные передаются асинхронно, пропускная способность может быть использована более эффективно за счёт статистического мультиплексирования. В технологии стандарта IEEE 802.15.1 предполагается, что данные будут передаваться заново до момента успешного получения, и каждая сущность данных сможет быть обработана в любой момент после получения безотносительно ко времени получения любой предыдущей или последующей сущности данных в потоке (при условии, что сохраняется последовательность передаваемых сущностей данных).

Изохронные линии обеспечивают способ передачи данных, имеющих временные характеристики. Данные могут передаваться заново до момента успешного получения либо до истечения срока годности данных. Скорость поступления данных в подобной линии не обязана быть постоянной (что является главным отличием от синхронных линий).

В общем случае передаваемые данные являются либо управляющими, либо пользовательскими.

Управляющие линии в технологии Bluetooth используются только для передачи сообщений LMP (Link Manager Protocol) между двумя менеджерами линий. Указанные линии невидимы для уровней выше уровня доступа к среде передачи (Baseband Layer). Приложения не могут напрямую обращаться, конфигурировать или освобождать их. Линии L2CAP используются для передачи протокольных блоков данных (Protocol Data Unit, PDU) L2CAP, которые могут переносить сигнальный канал L2CAP (только по логической линии ACL-U по умолчанию) или разбитые на кадры пользовательские данные, передаваемые каналу L2CAP.

Потоковые линии используются для передачи пользовательских данных, не имеющих врождённого разбиения на кадры. Потерянные данные могут подменяться на приёмной стороне пропусками.

Связь типов трафика с общей архитектурой передачи данных Bluetooth представлена на Рис. 5.

2.4. Стек протоколов

На Рис. 6 представлены четыре нижних уровня стека протоколов Bluetooth, описанных спецификацией:

– уровень L2CAP и связанный с ним протокол L2CAP;

– уровень менеджера линий и протокол управления линиями (Link Manager Protocol, LMP);

– уровень доступа к среде и протокол контроля линии (Link Control, LC);

– уровень радиочастотной передачи и радио протокол (Radio).

На рис. 6 не показан протокол обнаружения сервисов (Service Discovery Protocol, SDP) сервисного уровня, необходимый всем приложениям.

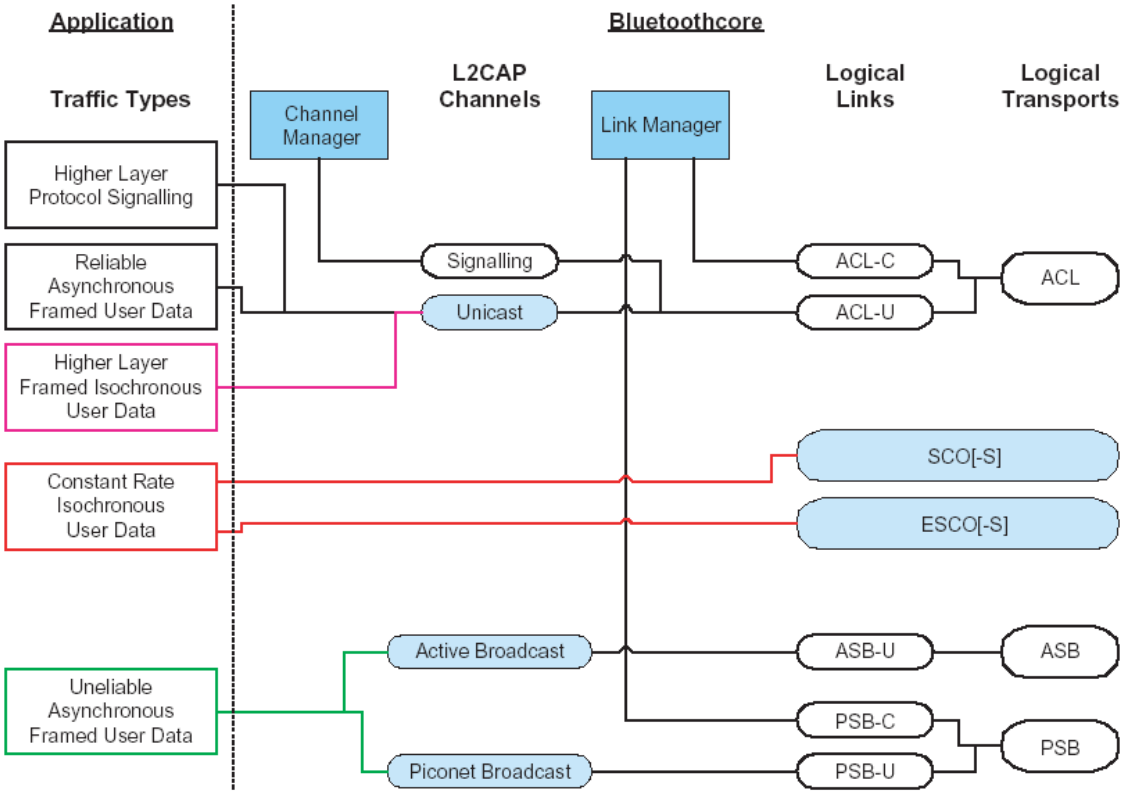

Рис. 5. Переносчики трафика Bluetooth

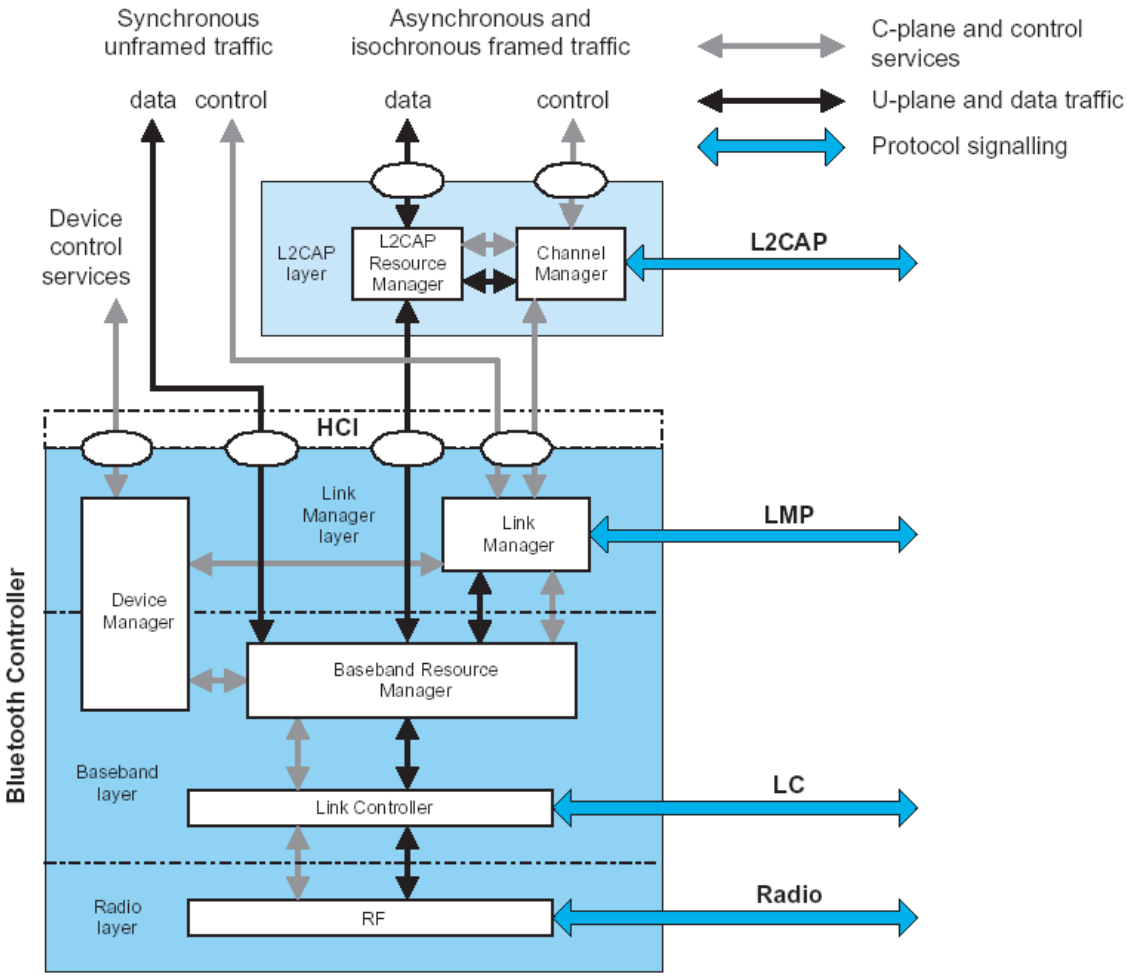

Рис. 6. Стек протоколов Bluetooth

Если рассматривать обозначенные протоколы в контексте эталонной модели взаимодействия открытых систем OSI ISO, то протокол Radio соответствует физическому уровню, а протоколы LC, LMP, L2CAP соответствуют канальному уровню модели.

Спецификация Bluetooth определяет протоколы обмена сообщениями между эквивалентными уровнями, что позволяет независимым системам Bluetooth обмениваться информацией. В спецификации определён общий интерфейс между контроллером и хостом, что даёт возможность взаимодействовать независимым подсистемам Bluetooth.

Функциональные блоки приведены на рисунке исключительно для пояснения. В общем случае, спецификация Bluetooth не определяет детали реализации, кроме необходимых для взаимодействия.

Три нижних уровня иногда объединяют в подсистему контроллера Bluetooth. Интерфейс к подсистеме контроллера Bluetooth (Host to Controller Interface, HCI) определён таким образом, что контроллер Bluetooth может рассматриваться как стандартная часть. В такой конфигурации контроллер оперирует на трёх нижних уровнях, а уровень L2CAP вместе с остальной частью приложения Bluetooth содержится в системе-хосте. Реализация интерфейса HCI не является обязательной.

Рассмотрим особенности радиочастотного уровня (Radio Layer).

Устройства Bluetooth взаимодействуют в ISM диапазоне 2.4 ГГц. Приёмопередатчик использует технику прыжков по частоте для борьбы с интерференцией и затуханием. Чтобы снизить сложность приёмопередатчика, используется прямоугольная бинарная частотная модуляция. Символьная скорость составляет 1 Мбод/с. Определено 79 радиоканалов шириной 1 МГц, начиная с 2402 МГц. Спецификация определяет также набор дополнительных требований, чтобы обеспечить совместимость устройств и качество передачи данных. Например, определены пределы допустимых отклонений от частоты модуляции, мощности передатчиков (1 мВт для передатчика без антенны), температурные диапазоны.

Определим специфику уровня доступа к среде (Baseband Layer).

Уровень доступа к среде, фактически, описывает контроллер линий, который реализует основные протоколы доступа к среде и другие низкоуровневые операции с линиями передачи. На этом уровне определён простой протокол сигнализации – протокол управления линией LC, использующий схему подтверждения/запроса повторения (Acknowledgement/Repeat Request, ARQ). В телекоммуникационной сети сигнализация – это обмен информацией о создании и управлении соединением, а также об управлении сетью. Сигнализация LC переносится одноимённой логической линией. Более сложные аспекты сигнализации, такие как установка и разрыв соединений, контролируются протоколом LMP.

Для управления доступом к среде передачи взаимодействующие устройства Bluetooth объединяются в пикосеть. Таким образом, устройства разделяют физический канал, синхронизируясь по общей тактовой частоте и

шаблону прыжков по частоте. Одно устройство задаёт синхронизацию и является ведущим (Master), остальные устройства являются ведомыми (Slave). Группа устройств, синхронизуемых подобным образом, образует пикосеть (Piconet). Передача данных может осуществляться только между ведущим и ведомым устройством.

Физический канал разделяется во временной области на блоки, называемые слотами. Размер слота варьируется в зависимости от типа физического канала и составляет 625 мкс для базового канала пикосети. Это позволяет передать 625 бит информации (включающей помимо полезной нагрузки определённое количество служебных данных). Технология Bluetooth создаёт эффект полнодуплексной передачи при помощи схемы организации дуплексного канала с разделением во времени (Time-Division Duplex, TDD). При этом ведущее устройство может начать передачу данных только в слоте с чётным номером, а ведомые – только в нечётном. Данные между устройствами передаются в пакетах, которые размещаются в слотах. Если обстоятельства позволяют, несколько последовательных слотов могут быть выделены для одного пакета. Пример временной диаграммы взаимодействия ведущего и ведомого устройства приведён на Рис. 7.

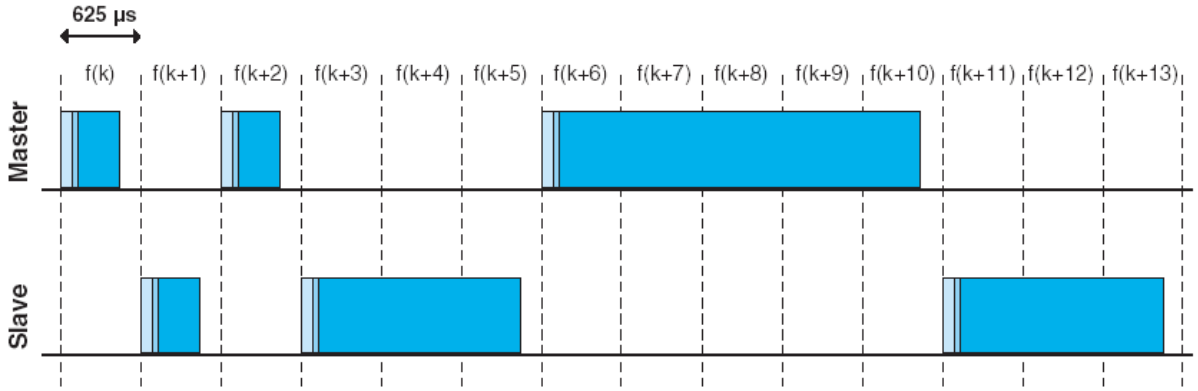

Рис. 7. Взаимодействие ведущего и ведомого устройства

Структура пакета отражает используемую архитектуру передачи данных. В заголовке пакета, а также в поле полезной нагрузки встречаются идентификаторы логических транспортов, логических линий и каналов L2CAP.

2.4.1. Адресация устройств Bluetooth

Устройства Bluetooth имеют уникальный 48-битный адрес (BD_ADDR). Производители устройств должны обращаться в Регистрационный центр IEEE для получения диапазона адресов. Адрес состоит из следующих трёх полей, два из которых определяют адрес, присвоенный компании, а одно является адресом устройства, созданного конкретным производителем. Формат адреса устройства приведён на Рис. 8.

LSB											MSB
company_assigned						company_id					
LAP						UAP		NAP			
0000	0001	0000	0000	0000	0000	0001	0010	0111	1011	0011	0101

Рис. 8. Формат адреса устройства Bluetooth

Адрес BD_ADDR используется в процессе обнаружения устройств. После образования пикосети устройство идентифицируется с помощью 3-битного адреса логического транспорта LT_ADDR. Подобная схема адресации напоминает концепцию виртуальных каналов, применённую, например, в технологии X.25. Использование виртуальных каналов концептуально позволяет не только сократить объём передаваемых по сети данных, но и заменить процедуры маршрутизации более простыми процедурами коммутации виртуальных каналов. В технологии Bluetooth проявляется только первое преимущество этой концепции, поскольку в ней отсутствуют коммутируемые соединения.

2.4.2. Физические каналы

Уровень физических каналов является самым низким уровнем архитектуры системы Bluetooth. Физические каналы определяются псевдослучайной последовательностью прыжков по частотным каналам, временными характеристиками пакетов и кодом доступа. Максимальное число прыжков по частоте в состоянии соединения составляет 1600 прыжков в секунду, в состоянии опроса – 3200 прыжков в секунду. Все физические каналы подразделяются на временные слоты с длиной слота, зависящей от конкретного физического канала. Все прыжки по частоте осуществляются только между временными слотами.

Код доступа используется для устранения нежелательных эффектов коллизий, когда несколько устройств Bluetooth из разных пикосетей настраиваются на одну несущую частоту. Каждая передача в физическом канале начинается с передачи кода доступа, который используется устройствами, настроенными на физический канал, как код корреляции, а также для синхронизации тактовых генераторов устройств во время каждой передачи. Таким образом, код доступа является неотъемлемым свойством физического канала и всегда присутствует в начале каждого передаваемого пакета.

Определены следующие физические каналы:

– базовой пикосети (Basic Piconet Physical Channel);

– адаптированной пикосети (Adapted Piconet Physical Channel);

– обнаружения устройств (Inquiry Scan Physical Channel);
– подключения устройств (Page Scan Physical Channel).

Физические каналы базовой и адаптированной пикосети используются для передачи данных между соединёнными устройствами и связаны с конкретной пикосетью.

Адаптированная пикосеть имеет два отличия от базовой пикосети:

– частота передачи ведомого устройства совпадает с частотой предшествующей передачи ведущего устройства;
– адаптированная сеть может основываться на числе частот, меньшем полных 79.

Устройство Bluetooth в любой момент времени может использовать только один из этих физических каналов. Для поддержки множества параллельных операций устройства используют временное мультиплексирование (Time Division Multiplexing, TDM) физических каналов. Таким образом, может создаваться впечатление, что устройство Bluetooth параллельно функционирует в нескольких пикосетях, а также является обнаруживаемым и подключаемым.

Физический канал адресуется полем кода доступа пакета, тактовой частотой и адресом ведущего устройства Bluetooth.

2.4.3. Физические линии

Физическая линия – это индивидуальная связь между ведущим и ведомым устройством, присутствующая всегда, когда ведомое устройство синхронизировано с ведущим. Физическая линия всегда связана с одним единственным физическим каналом, хотя физические каналы могут поддерживать более одной физической линии.

В системе Bluetooth физическая линия является исключительно виртуальной концепцией, не имеющей прямого представления в структуре передаваемого пакета. Физическая линия может быть идентифицирована связью с логическим транспортом, т. к. каждый логический транспорт может быть получен только по одной физической линии.

Физические линии имеют общие свойства, которые применимы ко всем логическим транспортам на физической линии:

– управление питанием;
– наблюдение за линией;
– шифрование;
– скорость канала с учётом качества обслуживания;
– управление многослотовыми пакетами.

Для управления перечисленными свойствами используется протокол LMP.

Физические каналы пикосетей поддерживают физические линии, которые могут быть активными (Active Physical Link) или припаркованными (Parked Physical Link).

Физическая линия между ведущим и ведомым устройствами активна, если между этими устройствами существует логический транспорт ACL по умолчанию. Активные физические линии не имеют собственной идентификации. Они идентифицируются соответствующим идентификатором логического транспорта ACL по умолчанию.

Физическая линия между ведущим и ведомым устройствами припаркована, если ведомое устройство остаётся синхронизированным в пикосети, но не имеет логического транспорта ACL по умолчанию. Существует специальная процедура синхронизации всех припаркованных ведомых устройств, подсоединённых к физическому каналу пикосети.

2.4.4. Логические транспорты

Между ведущим и ведомыми устройствами могут быть установлены различные типы логических транспортов. Всего определено 5 типов логических транспортов:

– синхронные на основе соединений (Synchronous Connection-Oriented, SCO);

– расширенные синхронные на основе соединений (Extended Synchronous Connection-Oriented, eSCO);

– асинхронные на основе соединений (Asynchronous Connection-oriented, ACL);

– широковещание на активные ведомые устройства (Active Slave Broadcast, ASB);

– широковещания на припаркованные ведомые устройства (Parked Slave Broadcast, PSB).

В дополнение к SCO логический транспорт eSCO может иметь окно повторной передачи. В слоты, не зарезервированные для синхронных логических транспортов, ведущее устройство может устанавливать логические транспорты ACL в каждом слоте с любым ведомым устройством, включая ведомые устройства, уже вовлечённые в синхронные логические транспорты. Логические транспорты ASB используются ведущим устройством для взаимодействия с активными ведомыми устройствами, PSB – с припаркованными.

Каждому активному ведомому устройству в пикосети назначается первичный 3-битный адрес логического транспорта (LT_ADDR). Нулевое значение LT_ADDR зарезервировано под широковещательные сообщения. Ведущее устройство не имеет адреса LT_ADDR, т. к. из множества ведомых устройств его выделяют временные характеристики. Вторичный адрес LT_ADDR назначается ведомому устройству для каждого используемого в пикосети логического транспорта eSCO. По этим адресам может посылаться только трафик eSCO. Трафик ACL (включая LMP) посылается на первичные адреса LT_ADDR. Ведомое устройство принимает пакеты только с соответствующим первичным или вторичным адресом LT_ADDR и широковещательные пакеты. Адрес LT_ADDR переносится в заголовке

пакета. Адрес LT_ADDR действителен до тех пор, пока ведомое устройство остаётся в активном режиме; при отсоединении или парковке ведомое устройство теряет все свои адреса LT_ADDR.

2.4.5. Логические линии

Некоторые логические транспорты способны переносить либо различные мультиплексируемые, либо одну логическую линию. Внутри таких логических транспортов логическая линия идентифицируется идентификатором логической линии (LLID) в заголовке полезной нагрузки (Payload Header) пакета среды передачи (Baseband Packet).

Логические линии отличаются друг от друга различными наборами протоколов, которые способны передавать и принимать данные логических транспортов, т. е. не все логические транспорты способны переносить все логические линии. В частности, логические транспорты SCO и eSCO способны переносить только потоки данных с постоянной скоростью и уникально идентифицируются адресом LT_ADDR.

Рассматриваемые логические транспорты используют только пакеты, не содержащие заголовка полезной нагрузки, т. к. их длина заранее известна и в использовании LLID нет необходимости.

Всего определено 5 логических линий:

– управления линией (Link Control, LC);
– управления ACL (ACL Control, ACL-C);
– пользовательская асинхронная/изохронная (ACL-U);
– пользовательская потоковая синхронная (SCO-S);
– пользовательская потоковая расширенная синхронная (eSCO-S).

Логические линии управления LC и ACL-C используются соответственно уровнями контроля и управления линией.

Логическая линия LC переносит низкоуровневую информацию управления линией, такую как: подтверждение/запрос повторения (Acknowledgment/Repeat Request, ARQ), контроль потока и характеристика полезной нагрузки. Она переносится в каждом пакете, за исключением пакета ID, у которого отсутствует заголовок пакета.

Логическая линия ACL-C переносит управляющую информацию протокола LMP, которой обмениваются менеджеры линий ведущего и ведомого устройств.

Логическая линия ACL-U переносит асинхронные и изохронные пользовательские данные L2CAP.

Данные сообщения могут передаваться в одном или нескольких пакетах среды передачи.

Логическая линия LC переносится в заголовке пакета, все остальные линии – в полезной нагрузке пакета.

Связь логических транспортов с поддерживаемыми логическими линиями приведена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика логических транспортов

Логический транспорт	Поддерживаемые линии	Характеристика
ACL	ACL-C (LMP), ACL-U (L2CAP)	Надёжный или привязанный ко времени, двунаправленный, индивидуальный
SCO	SCO-S	Двунаправленный, симметричный, индивидуальный, каналы аудио-видео; используется для соединений с постоянной скоростью 64 Кбит/с
eSCO	eSCO-S	Двунаправленный, симметричный или асимметричный, индивидуальный, обычные данные, ограниченная повторная передача; используется для данных с постоянной скоростью, синхронизированных по тактовой частоте ведущего устройства
ASB	ASB-U (L2CAP)	Ненадёжный, однонаправленный, широковещательный запрос всем устройствам, синхронизированным с физическим каналом; используется для широковещательных групп L2CAP
PSB	PSB-C (LMP), PSB-U (L2CAP)	Ненадёжный, однонаправленный, широковещательный запрос всем устройствам пикосети; используется для трафика LMP и L2CAP припаркованным устройствам и для запросов доступа от припаркованных устройств

2.4.6. Пакеты

Определённые поля пакетов уже были описаны в текущем разделе выше. Рассмотрим формат пакета подробнее. Стоит заметить, что хотя в стеке Bluetooth пакеты называются «пакетами», по сути, они являются кадрами канального уровня эталонной модели OSI. Общая структура пакета показана на Рис. 9.

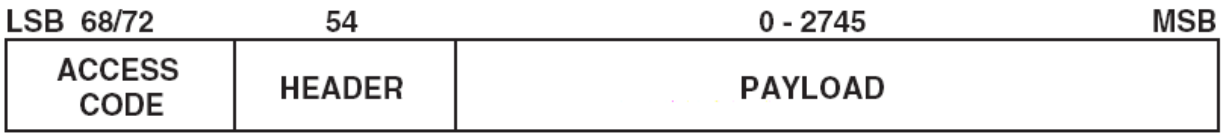

Рис. 9. Общая структура пакета

Код доступа формируется на основе адреса устройства Bluetooth (BD_ADDR) таким образом, чтобы включать в себя синхронизирующую последовательность для ведомых устройств.

Заголовок пакета имеет формат, представленный на Рис. 10.

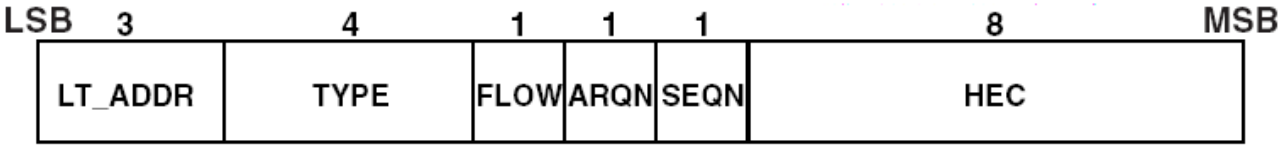

Рис. 10. Формат заголовка пакета Bluetooth

Поле LT_ADDR содержит адрес логического транспорта. Поле TYPE позволяет различать разные типы пакетов. Интерпретация этого поля зависит от используемого логического транспорта.

Тип транспорта напрямую не следует из структуры пакета. Синхронные транспорты определяются тем, что имеют привязку к номерам слотов, а также дополнительным идентификатором логической линии SCO или eSCO в заголовке структурированного поля полезной нагрузки (Payload). Данные широковещательных логических линий могут быть определены по нулевому значению поля LT_ADDR.

Следующие флаги используются для низкоуровневой сигнализации по протоколу LC с помощью схемы ARQ. Флаг FLOW используется для управления потоком по логическому транспорту ACL. Если буфер приёмника переполнен, то в ответном пакете бит устанавливается, чтобы запретить передатчику передачу данных.

Флаг ARQN используется для подтверждения приёма данных: успешного (ACK) или неуспешного (NAK). Поле HEC представляет собой проверочную последовательность для заголовка. Бит SEQN используется для контроля последовательности пакетов.

При передаче пакета с новым значением контрольной суммы бит инвертируется. Если же происходит повторная передача пакета, то значение сохраняется.

Существует пять общих типов пакетов (часть из них задаётся протоколом управления линией) и отдельные типы пакетов для различных логических транспортов.

Для асинхронного транспорта ACL определены пакеты с разной длиной поля полезной нагрузки, которые могут занимать от одного до пяти слотов подряд. Длина поля полезной нагрузки находится в пределах от 0 до 339 байт. Это позволяет достичь скорости 723 Кбит/с при передаче пользовательских данных.

Типичные пакеты транспорта SCO занимают один слот. При этом фиксируется номер (частота повторения номера) слота, который становится зарезервированным для передачи синхронных данных.

Фиксированная симметричная скорость при передаче через логические линии SCO-S составляет 64 Кбит/с. Это типичная скорость передачи

голосовых данных, оцифрованных с частотой 8000 Гц и закодированных с помощью импульсно-кодовой модуляции (Pulse-Code Modulation, PCM). Это соответствует скорости DS-0 технологии PDH.

2.4.7. Уровень управления линиями (Link Manager Layer)

В сети Bluetooth сигнализация осуществляется с помощью двух протоколов: протокола управления линией (LC), реализующего схему подтверждения/запроса повторения и протокола LMP. Для управления каналами L2CAP применяется протокол сигнализации, использующий пользовательские, а не управляющие логические линии.

Протокол управления линиями (Link Manager Protocol, LMP) используется для управления всеми основными аспектами взаимодействия устройств Bluetooth, такими как создание и управление логическими транспортами и логическими линиями, а также управление физическими линиями.

Протокол состоит из серий сообщений, передаваемых по логической линии управления ACL-C. Сообщения LMP интерпретируются менеджерами линий взаимодействующих устройств и напрямую не распространяются на верхние уровни стека. Уровень сигнализации LMP представлен на Рис. 11.

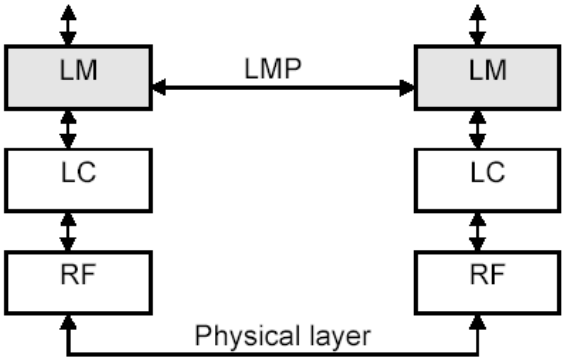

Рис. 11. Уровень сигнализации LMP

Ниже приводится список основных функций, выполняемых с помощью LMP:

– управление соединениями (установление и разрыв соединений, управление мощностью, управление адаптивными прыжками по частоте, управление качеством обслуживания и др.);

– безопасность (аутентификация, объединение в пару, смена ключа линии, смена типа ключа, шифрование, запрос поддерживаемого ключа шифрования);

– информационные запросы (запрос аккуратности временн*ы*х параметров, смещения текущего значения счётчика тактовых импульсов, версии протокола LMP, списка поддерживаемых возможностей, текстового имени устройства);

– смена ролей устройств;

– режимы взаимодействия (управление параметрами режима парковки, прослушивания и др.);
– логические линии (создание и удаление логических линий SCO и eSCO);
– режим тестирования.

2.4.8. Уровень L2CAP (L2CAP Layer)

Уровень протокола управления логическими линиями и адаптации (Logical Link Control and Adaptation Protocol, L2CAP) располагается над уровнем протокола контроля линии LC и соответствует канальному уровню. Рис. 12 даёт возможность оценить место потоков данных L2CAP в стеке протоколов Bluetooth.

L2CAP располагается над протоколом LC. Он взаимодействует с другими протоколами, такими как SDP, RFCOMM, управление телефонией TCS, и осуществляет управление посредством LMP.

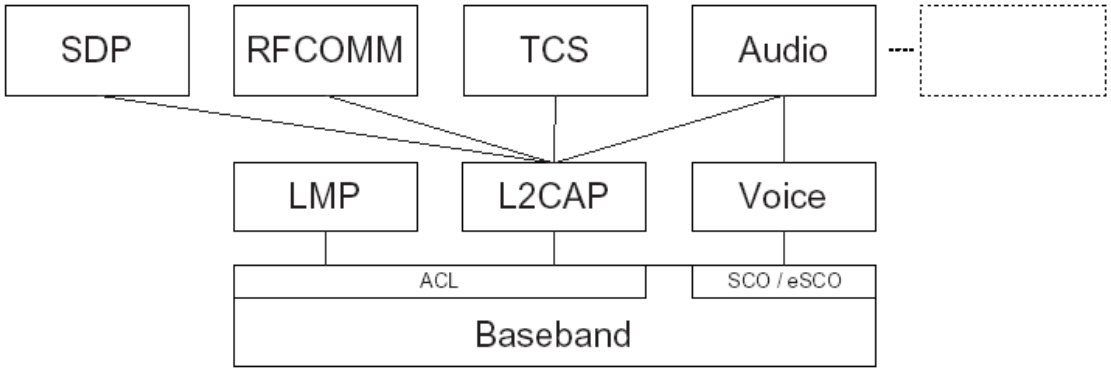

Рис. 12. Взаимосвязь L2CAP с другими протоколами Bluetooth

L2CAP реализует следующие функциональные возможности:

– мультиплексирование протоколов/каналов;
– сегментация и сборка;
– управление потоком для каждого канала (на основе окна);
– контроль ошибок и повторная передача;
– обеспечение качества обслуживания.

Уровень L2CAP предоставляет логические каналы, называемые каналами L2CAP, которые отображаются на логические линии ACL, поддерживаемые логическим транспортом ACL.

Процесс установления соединения L2CAP позволяет обменяться информацией, относящейся к ожидаемому двумя устройствами Bluetooth качеству обслуживания. Каждая реализация L2CAP наблюдает за ресурсами, используемыми протоколом, для того, чтобы убедиться, что выполняются соглашения о качестве обслуживания.

2.4.9. Прикладные протоколы

Прикладные протоколы Bluetooth и пользовательские протоколы функционируют поверх каналов L2CAP или синхронных логических линий SCO и eSCO. Спецификация ядра системы Bluetooth определяет только один прикладной протокол, SDP. Остальные протоколы, такие как протокол эмуляции последовательного порта RFCOMM, определены в профилях Bluetooth.

Протокол обнаружения сервисов (Service Discovery Protocol, SDP) предназначен для поиска сервисов, предоставляемых устройствами Bluetooth, и получения дополнительной информации о них. Эта информация активно используется протоколами, расположенными в стеке поверх уровня L2CAP. При этом сам протокол использует каналы L2CAP для переноса своих PDU. На Рис. 13 показано место протокола SDP в стеке протоколов Bluetooth. Пользовательское приложение запрашивает сервисы, доступные на удалённом устройстве или получает информацию о конкретном сервисе через протокол SDP. Само взаимодействие с сервисом организуется независимо от SDP при помощи каналов L2CAP или синхронных логических линий SCO.

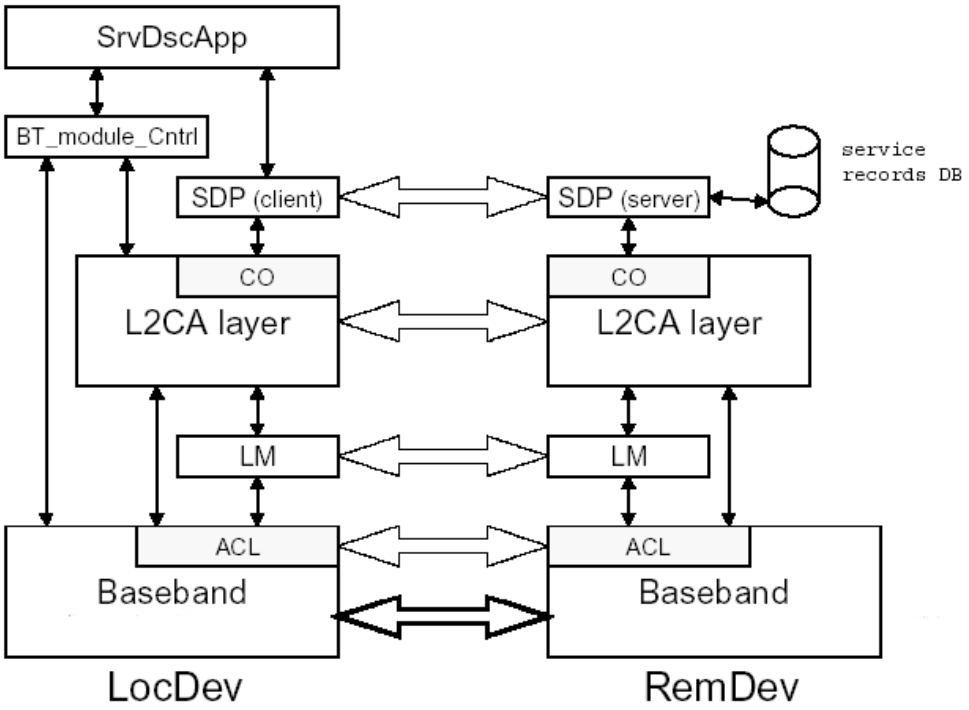

Рис. 13. Протокол SDP в стеке протоколов Bluetooth

Стандартные профили Bluetooth специфицируют основные параметры сервисов, предоставляемых устройствами Bluetooth. В табл. 2 приведены параметры сервиса последовательного порта.

Можно видеть, что атрибуты сервиса включают класс сервиса, список используемых сервисом протоколов, а также параметры протоколов, такие как номер канала L2CAP.

Стоит отметить, что протокол SLP, несмотря на многие полезные функциональные возможности, имеет на данный момент ряд серьёзных недостатков:

– не предоставляет доступ к сервисам, а только позволяет получить информацию о них;
– не имеет встроенных механизмов тарификации;
– не позволяет провести переговоры о параметрах сервиса;
– не уведомляет клиентов протокола о приостановке предоставления сервиса;
– спецификация не определяет интерфейс доступа к протоколу.

Таблица 2

Параметры сервиса последовательного порта

Элемент	Определение	Тип	Значение	AttrID
ServiceClassIDList				0x0001
ServiceClass0	Последовательный порт	UUID	SerialPortUUID	
ProtocolDescriptorList				0x0004
Protocol0	L2CAP	UUID	L2CAPUUID	
Protocol1	RFCOMM	UUID	RFCOMMUUID	
ProtocolSpecificParameter0	Номер канала	Uint8	N = Номер канала	
ServiceName	Отображаемое текстовое имя	DataElement / String	“COM5”	

2.5. Защита информации

В целях обеспечения конфиденциальности передаваемой информации предоставляются средства обеспечения безопасности как на прикладном, так и на канальном уровнях. Эти средства разработаны специально для однорангового окружения, что означает, что в каждом устройстве процедуры аутентификации и шифрования реализуются одинаковым образом. Функции безопасности активизируются с помощью протокола управления линиями LMP. Для поддержки безопасности на канальном уровне вводятся четыре сущности: адрес устройства Bluetooth, два закрытых ключа и псевдослучайное число, которое должно заново генерироваться для каждой новой транзакции. Ниже в табл. 3 приведены размеры этих сущностей.

Таблица 3

Характеристика сущностей безопасности

Сущность	Размер, бит
BD_ADDR	48
Закрытый пользовательский ключ для аутентификации	128
Закрытый пользовательский ключ для шифрования, длина настраиваема (кратна байту)	8-128
RAND	128

BD_ADDR может быть получен посредством взаимодействия пользователей или автоматически устройством с помощью процедуры запроса.

Секретные ключи порождаются во время инициализации и никогда не раскрываются. Ключ шифрования порождается из ключа аутентификации во время процесса аутентификации. Для алгоритма аутентификации размер используемого ключа всегда равен 128 битам. Размер ключа для алгоритма шифрования может варьироваться между 1 и 16 октетами (8—128 бит). Размер ключа шифрования сделан настраиваемым по двум причинам. Первой причиной является множество различных требований, предъявляемых к алгоритмам шифрования в различных странах и основанных на экспортных соглашениях и вообще официальному отношению к секретности. Второй причиной является желание облегчить последующую модернизацию механизмов обеспечения безопасности без необходимости перепроектировать алгоритмы и аппаратуру шифрования. Увеличение эффективной длины ключа является простейшим способом справиться с увеличивающейся вычислительной мощностью оппонента.

Ключ шифрования абсолютно отличен от ключа аутентификации (несмотря на то, что второй ключ используется при формировании первого). Каждый раз, когда включается шифрование, должен создаваться новый ключ для шифрования. В связи с этим время жизни ключа для шифрования не обязательно соответствует времени жизни ключа для аутентификации.

Ожидается, что по своей природе ключ для аутентификации будет более статичным, чем ключ для шифрования. Он однажды устанавливается, и затем конкретное приложение, запущенное на устройстве, решает, менять ли и когда его менять.

RAND является псевдослучайным числом, которое может быть образовано случайным или псевдослучайным процессом в устройстве. Оно не является статическим параметром и будет часто меняться.

2.6. Интерфейс доступа к сети

Существует несколько способов доступа к сети Bluetooth. Выбор одного из них зависит от типа устройства, которое требуется подключить к сети Bluetooth.

Небольшие функционально-завершённые устройства часто используют встраиваемую реализацию системы на основе контроллера Bluetooth, имеющего фирменный интерфейс.

Однако для подключения контроллера Bluetooth к такой системе, как персональный или карманный компьютер, очень желателен стандартный интерфейс доступа.

Спецификация ядра Bluetooth определяет интерфейс между хостом и контроллером (Host to Controller Interface, HCI), который предоставляет универсальный метод доступа к возможностям контроллера Bluetooth.

Место интерфейса HCI можно понять, оценив его место в структуре нижних программных уровней системы, показанных на Рис. 14.

Прошивка HCI (HCI Firmware) контроллера Bluetooth реализует команды HCI, обращаясь к контроллеру доступа к среде, командам управления линиями и различным аппаратным регистрам состояния и управления.

Промежуточные уровни между драйвером HCI на хосте и прошивкой HCI в контроллере играют роль транспорта, который обеспечивает передачу данных без каких-либо знаний относительно содержания данных. Таким транспортом могут являться шина USB, PCMCIA и др.

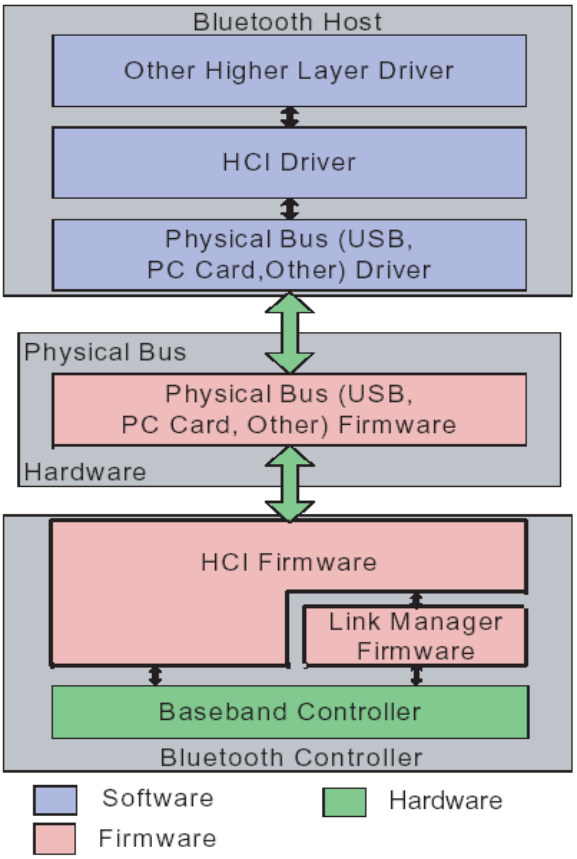

Рис. 14. Интерфейс HCI и нижние программные уровни

Рис.14 показывает путь передачи данных между устройствами при использовании интерфейса HCI.

Спецификация Bluetooth определяет большое количество команд HCI, процедур управления потоком, форматов данных, асинхронных событий и конфигурационных параметров.

Материал этой части спецификации адресован, прежде всего, разработчикам драйверов контроллеров Bluetooth.

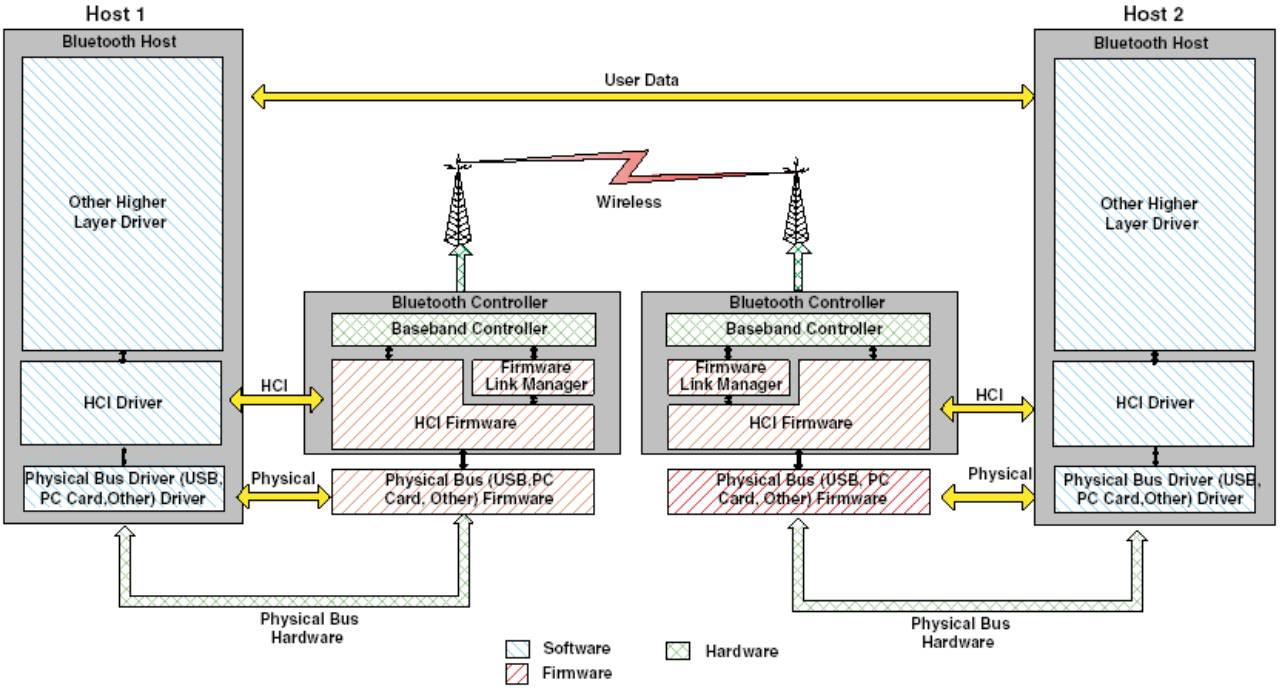

Рис. 15. Путь передачи данных между устройствами при использовании HCI

2.7. Топология пикосети

Рассмотрим пример распределённой сети, приведённый на Рис. 16.

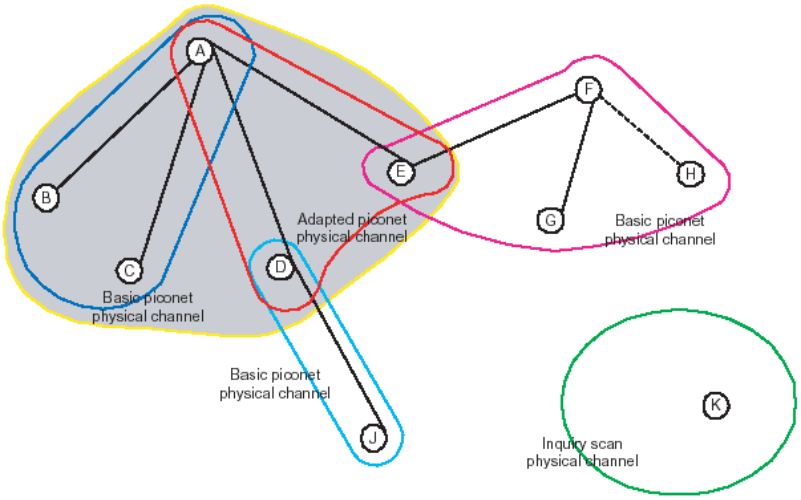

Рис. 16. Пример топологии Bluetooth

Устройство A является ведущим устройством в пикосети (заштрихованной серым и известной как пикосеть A) с ведомыми устройствами B, C, D и E. На рис. 16 также изображены две другие пикосети: пикосеть с ведущим устройством F (известная как пикосеть F) и ведомыми устройствами E, G и H и пикосеть с ведущим устройством D (известная как пикосеть D) и ведомым устройством J.

В пикосети A существует два физических канала. Устройства B и C используют физический канал базовой пикосети, поскольку они не поддерживают технологию адаптивных прыжков по частоте. Устройства D и E поддерживают эту технологию и используют физический канал адаптивной пикосети. Устройство A поддерживает технологию адаптивных прыжков по частоте и на основе TDM работает с обоими физическими каналами в соответствии с адресуемым ведомым устройством.

Обе пикосети D и F используют только физический канал базовой пикосети. В случае пикосети D причиной является отсутствие поддержки технологии адаптивных прыжков по частоте устройством J. Несмотря на то, что устройство D поддерживает эту технологию, она не может использоваться в пикосети. В пикосети F устройство F не поддерживает вышеозначенную технологию, в результате чего она не может использоваться в пикосети.

Устройство K, изображённое на рис. 16, располагается там же, где и другие устройства. В текущий момент времени оно не является членом ни одной пикосети, но имеет набор сервисов, которые предоставляет другим устройствам Bluetooth. Это устройство осуществляет прослушивание физического канала обнаружения устройств, ожидая запросов от других устройств.

Физические линии (по одной на каждое ведомое устройство) представлены на рис. 16 линиями, соединяющими устройства. Непрерывные линии представляют активные физические линии, пунктирные линии – припаркованные. Устройство H припарковано, поэтому физическая линия между ведомым (F) и ведущим (H) устройствами отображена пунктиром.

Для предоставления возможности передавать данные используются логические транспорты, логические линии и каналы L2CAP, но они не представлены на данном рисунке.

3. Формализации перехода от системы представления знаний к системе генерации знаний

В данном разделе раскрываются формализации, обеспечивающие создание системы генерации знаний о качестве управления потоком запросов к серверной инфраструктуре посредством развития его принципиальной основы. Исходным базисом для развития является концепция автоматизации управления. Концепцией охватываются одноуровневое и двухуровневое управление. Ситемный контекст выражается в определении динамических характеристик автоматизации управления. Образуемая система генерации знаний становится интеллектуальным ядром управления потоком запросов к серверной инфраструктуре при соблюдении гарантий к качеству её функционирования.

3.1. Концептуальная основа управления потоком запросов к серверной инфраструктуре

Концептуальная основа автоматизации управления потоком запросов к серверной инфраструктуре образуется совокупностью следующих принципов:

1. Последовательность запросов к серверной системе является входящим потоком заявок с переменной интенсивностью, которая может как увеличиваться, так и уменьшаться.
2. Во входящем потоке могут содержаться обращения к серверной системе, которые могут размещаться в буферной памяти до принятия решения о выборе конкретного сервера для их обслуживания.
3. Обработка запросов в серверной системе может выполняться с их размещением в буферной памяти и без её использования.
4. Последовательность ответов серверной системы является выходящим потоком с переменной интенсивностью, которая может как увеличиваться, так и уменьшаться за счет вариаций с буферной памятью.
5. Формирование ответа на запрос в серверной системе с использованием буферной памяти характеризуется большей интенсивностью, чем без её применения.
6. Запросы к серверной системе накапливаются в буферной памяти ограниченного объема.
7. Решение относительно использования буферной памяти и альтернативное решение принимаются на основании её заполненности.

Приведённая совокупность принципов является исходным базисом для построения ментальных моделей представления знаний об управлении потоком запросов к серверной инфраструктуре [1].

В соответствии с концептуальной основой рассматриваются два способа автоматизации управления потоком запросов. Первый способ базируется на одноуровневом управлении, а второй – на двухуровневом управлении.

В целях формализации анализа предлагаемых способов автоматизации управления потоком запросов в дополнение к представленной концептуальной основе выдвигается гипотеза о конкретных статистических свойствах входящего и выходящего потоков серверной инфраструктуры. В рассматриваемом варианте формализации принимается гипотеза о пуассоновских потоках серверной инфраструктуры.

В случае одноуровневого управления признак использования буферной памяти при обработке запросов изменяется по следующей схеме:

R=0 при $0 \le n \le L$ (работа без буферной памяти),

R=1 при $n > L$ (работа с буферной памятью), (1)

где n – число запросов в серверной инфраструктуре;

L – пороговое ограничение.

С учётом четвертого положения концептуальной основы и принятой гипотезы интенсивность выходящего потока серверной инфраструктуры при одноуровневом управлении характеризуется описанием вида:

$\mu = \mu_1$ при $0 \le n \le L$ (работа без буферной памяти),

$\mu = \mu_2$ при $n > L$ (работа с буферной памятью). (2)

Сущность одноуровневого управления поясняется на рис. 17.

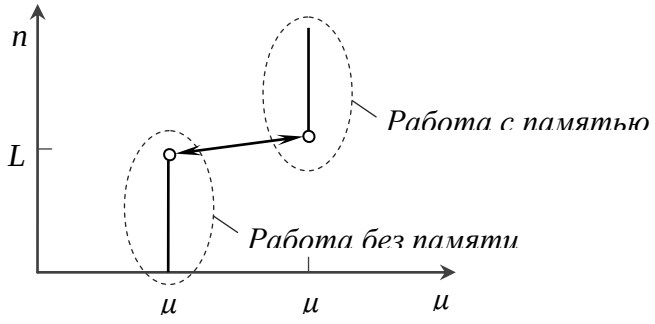

Рис. 17. Взаимосвязь интенсивности выходящего потока и числа запросов серверной инфраструктуры при одноуровневом управлении

При двухуровневом управлении признак использования буферной памяти при обработке запросов формируется по ниже приводимой схеме:

R=0 при $0 \le n \le L_2 - 1$ или при $0 \le n \le L_1$ (работа без буферной памяти),

R=1 при $n \geq L_2$ или при $L_1 < n < L_2$ (работа с буферной памятью), (3)

где $L_1 < L_2$.

С учётом четвертого положения концептуальной основы и принятой гипотезы интенсивность выходящего потока при двухуровневом (гистерезисном) управлении характеризуется описанием вида:

$\mu = \mu_1$ при $0 \leq n \leq L_2 - 1$ или при $0 \leq n \leq L_1$ (работа без буферной памяти), (4)

$\mu = \mu_2$ при $n \geq L_2$ или при $L_1 < n < L_2$ (работа с буферной памятью),

Сущность гистерезисного управления потоком запросов поясняется на рис. 18.

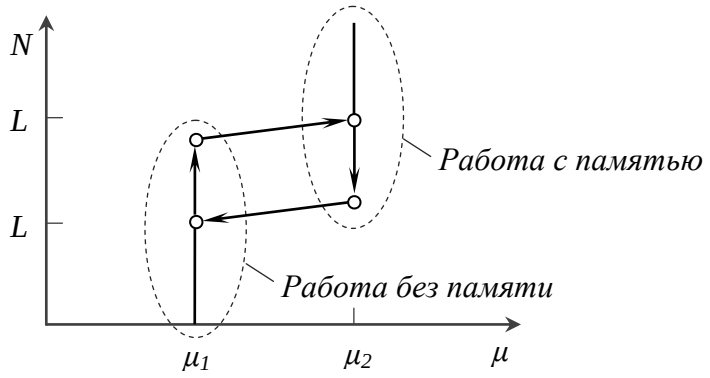

Рис. 18. Взаимосвязь интенсивности выходящего потока и числа запросов серверной инфраструктуры при двухуровневом управлении

Рассмотренная детализация концептуальной основы ориентируется на расширение ментальных моделей представления знаний об управлении потоком запросов к серверной инфраструктуры.

При функционировании серверной инфраструктуры выделяются два направления интересов.

Первое направление касается клиентов, отправляющих запросы к серверной системе, а второе направление – корпорации, в инфраструктуру которой включается серверная система. В связи с этим анализ качества должен ориентироваться на отражение двух направлений интересов.

Согласно концептуальной основе автоматизации управления механизмом отражения атак для анализа интересов корпорации выбирается среднее количество запросов в серверной системе, среднее количество запросов и среднее время простаивания в буферной памяти, а интересов клиентов – среднее время обработки запросов.

Приведённым описанием концептуальной основы целесообразно воспользоваться при выполнении лабораторной работы по построению

концептуальных моделей управления потоком запросов к серверной системе в среде инструментальной системы IHMC Cmap Tools.

Последующая формализация развивается по пути аналитического определения выбранных показателей качества автоматизации управления потоком запросов.

3.2. Генерация знаний о качестве одноуровневого управления потоком запросов к серверной инфраструктуре

Пусть при одноуровневом управлении интенсивность потока запросов клиентов описывается соотношением (5):

$$\lambda=\lambda_1 \text{ при } 0 \le n < L, \qquad \lambda=\lambda_2 \text{ при } n \ge L. \tag{5}$$

В случае одноуровневого управления работа системы характеризуется параметром L, интенсивностью входящего потока λ и интенсивностями выходящего потока для двух режимов работы μ_1 и μ_2.

В режиме работы без буферной памяти при обработке запроса осуществляется обращение к серверной системе и клиенту отправляется ответ, содержащий актуальную информацию.

В режиме работы с памятью при обработке запроса в первую очередь выполняется поиск запрашиваемой информации в памяти.

При обслуживании повторного запроса клиенту отправляется информация из памяти, а при поступлении первичного запроса производится обращение к серверу и клиенту передается ответ, содержащий актуальную информацию.

При передаче ответа соответствующая информация сохраняется в памяти. Поскольку временные затраты на получение информации из памяти значительно меньшие по сравнению с затратами на обращение к серверу, то $\mu_1 < \mu_2$.

Переход из режима без памяти в альтернативный режим выполняется тогда, когда количество запросов, ожидающих обработки либо обрабатываемых в данный момент, превышает пороговое значение L. Согласно (1) обратный переход в режим без памяти осуществляется в том случае, если длина очереди в буферной памяти вновь уменьшится до значения L.

Одноуровневое управление моделируется одноканальной системой массового обслуживания с источником бесконечного числа заявок и переменными интенсивностями. Состояние системы определяется числом заявок , находящихся в системе n=0,1,2,…, L, (L+1),…[11].

Граф переходов между состояниями при одноуровневом управлении изображается на рис. 19.

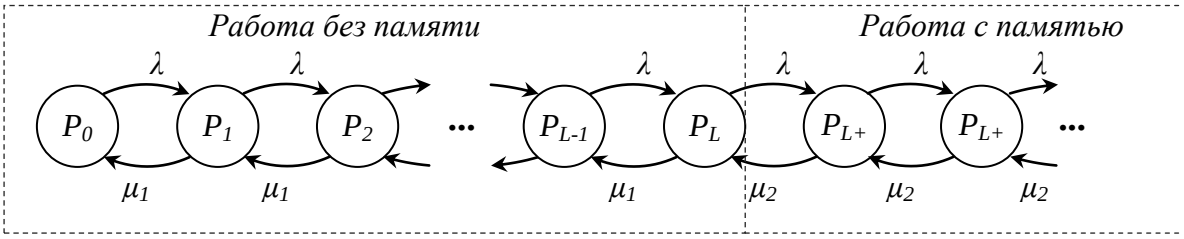

Рис. 19. Граф переходов между состояниями системы при одноуровневом управлении

После составления и решения системы алгебраических уравнений для определения n=0,1,2,... вероятностей возможных состояний, описывающих механизм отражения атаки при одноуровневом управлении в установившемся режиме при нормирующем условии (6), представляющем ситуацию полной группы несовместных событий,

$$\sum_{n=0}^{\infty} P_n = 1. \tag{6}$$

находятся следующие соотношения

$$P_0 = \frac{(1-\rho_1)(1-\rho_2)}{1-\rho_2-\rho_1^L(\rho_1-\rho_2)}, \tag{7}$$

$$P_n = \rho_1^n P_0 \quad при \quad 0 \le n \le L, \tag{8}$$

$$P_n = \rho_1^L \rho_2^{n-L} P_0 \quad при \quad n > L, \tag{9}$$

где $\rho_1 = \lambda/\mu_1$ и $\rho_2 = \lambda/\mu_2$.

На основании (7), (8), (9) определяется производящая функция от стационарного распределения количества запросов в системе при одноуровневом управлении

$$\mathcal{P}_N(z) = \sum_{n=0}^{\infty} P_n z^n = P_0 \left\{ \frac{1-(\rho_1 z)^L}{1-\rho_1 z} + \frac{(\rho_1 z)^L}{1-\rho_2 z} \right\}. \tag{10}$$

В соответствии с (10) среднее количество запросов выражается по формуле (11)

$$\bar{N} = \left.\frac{d\mathcal{P}_N(z)}{dz}\right|_{z=1} =$$

$$= P_0\left\{\frac{\rho_1}{(1-\rho_1)^2} - \frac{\rho_1^L(\rho_1-\rho_2)}{(1-\rho_1)(1-\rho_2)}\left[L + \frac{1-\rho_1\rho_2}{(1-\rho_1)(1-\rho_2)}\right]\right\}. \tag{11}$$

Поскольку из всех пребывающих в системе запросов в любой момент времени один и только один запрос находится на обработке, то производящая функция от стационарного распределения количества запросов, расположенных в буферной памяти при одноуровневом управлении, представляется формулой (12)

$$\mathcal{P}_Q(z) = P_0 + P_1 + \sum_{n=2}^{\infty} P_n z^{n-1} = P_0\left(1 - \frac{1}{z}\right) + \frac{\mathcal{P}_N(z)}{z}. \tag{12}$$

После подстановки (7), (8), (9) в (12) образуется выражение (13)

$$\mathcal{P}_Q(z) = P_0\left\{1 - \frac{1}{z} + \frac{1-(\rho_1 z)^L}{z-\rho_1 z^2} + \frac{(\rho_1 z)^L}{z-\rho_2 z^2}\right\}. \tag{13}$$

Тогда среднее количество ожидающих обработки в буферной памяти запросов при одноуровневом управлении определяется соотношением (14)

$$\bar{Q} = \left.\frac{d\mathcal{P}_Q(z)}{dz}\right|_{z=1} =$$

$$= P_0\left\{1 + \frac{2\rho_1 - 1}{(\rho_1 - 1)^2} + \rho_1^L\left[\frac{\rho_2}{(\rho_2 - 1)^2} - \frac{\rho_1}{(\rho_1 - 1)^2} + \frac{(L-1)(\rho_2-\rho_1)}{(\rho_1 - 1)(\rho_2 - 1)}\right]\right\}. \tag{14}$$

Согласно выражениям (7), (11), (14) и формулам Литтла [12] выводятся представления для среднего времени простаивания в буферной памяти (15) и среднего времени обработки запроса в системе (16)

$$\bar{W} = \frac{P_0}{\lambda}\left\{1 + \frac{2\rho_1 - 1}{(\rho_1 - 1)^2} + \rho_1^L\left[\frac{\rho_2}{(\rho_2 - 1)^2} - \frac{\rho_1}{(\rho_1 - 1)^2} + \frac{(L-1)(\rho_2 - \rho_1)}{(\rho_1 - 1)(\rho_2 - 1)}\right]\right\}, \quad (15)$$

$$\bar{S} = \bar{T} - \bar{W} = \frac{P_0}{\lambda}\left\{\frac{\rho_1}{(1-\rho_1)^2} - \frac{\rho_1^2}{(1-\rho_1)^2} - \frac{\rho_1^L(\rho_1 - \rho_2)}{(1-\rho_1)(1-\rho_2)}\left[L + \frac{1 - \rho_1\rho_2}{(1-\rho_1)(1-\rho_2)}\right]\right.$$
$$\left. - \rho_1^L\left[\frac{\rho_2}{(1-\rho_2)^2} - \frac{\rho_1}{(1-\rho_1)^2} + \frac{(L-1)(\rho_2 - \rho_1)}{(1-\rho_1)(1-\rho_2)}\right]\right\}. \quad (16)$$

Таким образом, качество одноуровневого управления отражается аналитическими выражениями (7), (11), (14), (15), (16).

Перейдем к формированию математического обеспечения системы двухуровневого (гистерезисного) управления потоком запросов к серверной инфраструктуре.

3.3. Генерация знаний о качестве двухуровневого управления потоком запросов к серверной инфраструктуре

В случае гистерезисного управления работа системы определяется параметрами L_1 и L_2, $0 < L_1 < L_2$, а также интенсивностью потока запросов λ и интенсивностями потока ответов сервера для двух режимов работы μ_1 и μ_2. Переход из режима работы без памяти в альтернативный режим осуществляется тогда, когда количество запросов достигает значения L_2. Обратный переход в режим работы без памяти выполняется тогда, когда длина очереди в буферной памяти уменьшается до значения L_1.

Пусть $\mu = \mu_1$ $\mu_2 = k\mu$.

Обозначим $\rho = \lambda/\mu$, $\rho_1 = \lambda/k\mu$.

При гистерезисном управлении состояния системы определяются количеством находящихся в ней запросов и режимом работы (с памятью или без памяти).

Модель поведения системы отражается графом с рис. 20.

При работе без памяти каждому состоянию ставится в соответствие число *n*, если $0 \le n < (L_1 + q)$, $q = L_2 - L_1 - 1$.

При работе с памятью каждому состоянию при $n \ge (L_1 + 1)$ ставится в соответствие число $n + q$, $q = L_2 - L_1 - 1$.

Согласно модели с рис. 20

$$P_n = \begin{cases} P_n' & при \quad 0 \le n \le L_1, \\ P_n' + P_{n+q}' & при \quad L_1 < n < L_2, \\ P_{n+q}' & при \quad n \ge L_2. \end{cases} \quad (17)$$

После составления и решения системы алгебраических уравнений для определения $P_j^{'}$, $j = 0,1,2,\ldots$ вероятностей возможных состояний, описывающих механизм гистерезисного управления в установившемся режиме при нормирующем условии (18), представляющем ситуацию полной группы несовместных событий

$$\sum_{j=0}^{\infty} P_j^{'} = 1, \tag{18}$$

находятся выражения вида

$$\frac{1}{P_0^{'}} = \frac{1}{1-\rho} - \frac{(q+1)\rho^{L_1+q}(\rho-\rho_1)}{(1-\rho^{q+1})(1-\rho_1)}, \tag{19}$$

$$\begin{aligned} &P_n = \rho^n P_0, \quad 0 \le n \le L_1; \\ &P_{L_1+i} = \frac{\rho^{L_1}(1-\rho)}{1-\rho^{q+1}} P_0 \left[\frac{\rho^i - \rho^{q+1}}{1-\rho} + \frac{\rho^q \rho_1 (1-\rho_1^i)}{1-\rho_1}\right], \qquad 1 \le i \le q; \\ &P_{L_1+q+i} = \frac{(1-\rho_1^{q+1})(1-\rho)\rho^{L_1+q}}{(1-\rho^{q+1})(1-\rho_1)} \rho_1^i P_0, \qquad i \ge 1. \end{aligned} \tag{20}$$

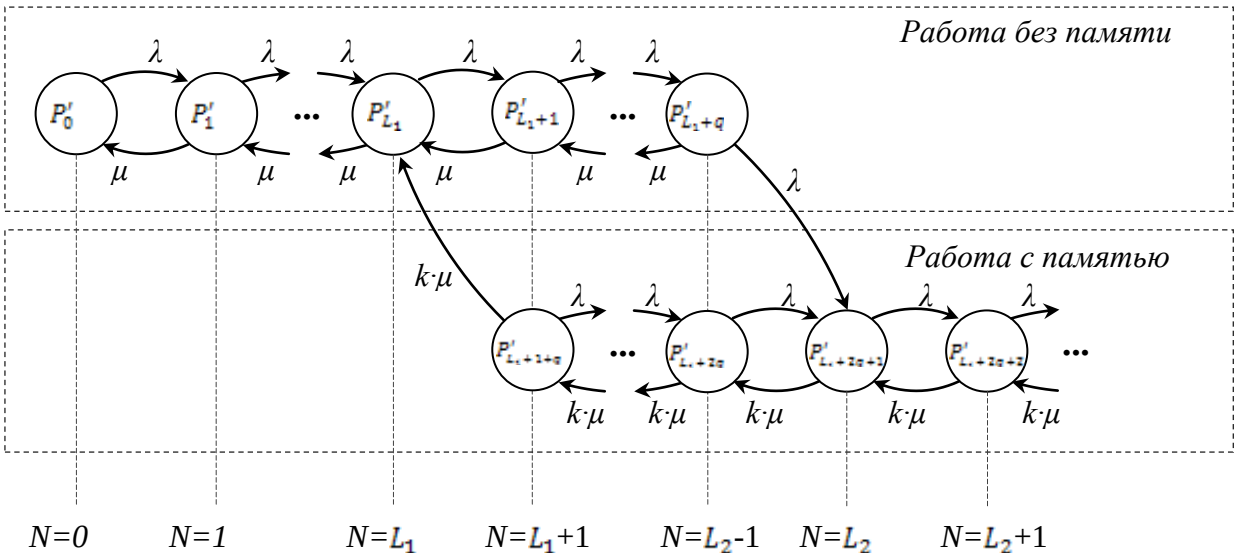

Рис. 20. Граф переходов между состояниями системы при гистерезисном управлении

На основании (19) и (20) определяется производящая функция от стационарного распределения количества запросов в системе при гистерезисном управлении

$$\mathcal{P}(z) = \mathcal{P}_1(z) + \mathcal{P}_2(z), \tag{21}$$

где

$$\mathcal{P}_1(z) = \frac{P_0}{1-\rho z}\left[1 - \frac{\rho^q(\rho z)^{L_1+1}(1-\rho)(1-z^{q+1})}{(1-\rho^{q+1})(1-z)}\right], \tag{22}$$

$$\mathcal{P}_2(z) = P_0\left[\frac{\rho^q(\rho z)^{L_1}(\rho_1 z)(1-\rho)(1-z^{q+1})}{(1-\rho^{q+1})(1-\rho_1 z)(1-z)}\right]. \tag{23}$$

В соответствии с (21), (22), (23) формируется аналитическое соотношение для определения среднего количества запросов, находящихся в системе при гистерезисном управлении

$$\bar{N} = \left.\frac{d\mathcal{P}(z)}{dz}\right|_{z=1} = P_0\left\{\frac{\rho}{(1-\rho)^2} - \frac{(q+1)\rho^{L_1+q}(\rho-\rho_1)}{(1-\rho^{q+1})(1-\rho_1)}\left[\frac{2L_1+q}{2} + \frac{1-\rho\rho_1}{(1-\rho)(1-\rho_1)}\right]\right\}. \tag{24}$$

Поскольку из всех пребывающих в системе запросов в любой момент времени один и только один запрос находится на обработке, то производящая функция от стационарного распределения количества запросов, расположенных в буферной памяти при гистерезисном управлении, представляется формулой (25)

$$\mathcal{P}_Q(z) = P_0 + P_1 + \sum_{n=2}^{\infty} P_n z^{n-1} = P_0\left(1 - \frac{1}{z}\right) + \frac{\mathcal{P}_1(z)}{z} + \frac{\mathcal{P}_2(z)}{z}. \tag{25}$$

Согласно (22) и (23) получается следующее выражение для производящей функции при гистерезисном управлении

$$\mathcal{P}_Q(z) = P_0\left\{1 - \frac{1}{z} + \frac{\rho^q(\rho z)^{L_1}\rho_1(1-\rho)(1-z^{q+1})}{(1-\rho^{q+1})(1-\rho_1 z)(1-z)} + \frac{1}{z-\rho}\left[1 - \frac{\rho^q(\rho z)^{L_1+1}(1-\rho)(1-z^{q+1})}{(1-\rho^{q+1})(1-z)}\right]\right\}, \tag{26}$$

С учётом (26) среднее количество ожидающих обработки в буферной памяти запросов при гистерезисном управлении определяется соотношением (27)

$$\begin{aligned}\bar{Q} = P_0 \Bigg\{ & \frac{\rho - (L_1+1)\rho^{L_1+1} + L_1\rho^{L_1+2}}{(1-\rho)^2} - \frac{\rho - \rho^{L_1+1}}{1-\rho} \\ & + \frac{\rho^{L_1}(1-\rho)}{1-\rho^{q+1}} \Bigg[(L_1-1)\left(\frac{\rho - \rho^{q+1}}{(1-\rho)^2} - \frac{q\rho^{q+1}}{1-\rho} + \frac{\rho^q \rho_1}{1-\rho_1}\left(q - \frac{\rho_1 - {\rho_1}^{q+1}}{1-\rho_1} \right) \right) \\ & + \Bigg(\frac{\rho - (q+1)\rho^{q+1} + q\rho^{q+2}}{(1-\rho)^3} - \frac{\rho^{q+1} q(q+1)}{2(1-\rho)} \\ & + \frac{\rho^q \rho_1}{1-\rho_1} \left(\frac{q(q+1)}{2} - \frac{\rho_1 - (q+1){\rho_1}^{q+1} + q{\rho_1}^{q+2}}{(1-\rho_1)^2} \right) \Bigg) \Bigg] \\ & + \frac{(1-\rho_1^{q+1})(1-\rho)\rho^{L_1+q}}{(1-\rho^{q+1})(1-\rho_1)} \left(\frac{\rho_1(L_1+q-1)}{1-\rho_1} + \frac{\rho_1}{(1-\rho_1)^2} \right) \Bigg\}. \end{aligned} \tag{27}$$

По формуле Литтла [12] выражается среднее время обработки запроса при гистерезисном управлении

$$\bar{S} = \frac{\bar{N} - \bar{Q}}{\lambda}. \tag{28}$$

Причем в соотношение (28) подставляются выражения (24) и (27).

Соотношения (1) – (28) образуют аналитическое ядро системы генерации знаний о качестве автоматизации управления потоком запросов к серверной инфраструктуре.

3.4. Извлечение знаний о качестве управления потоком запросов к серверной инфраструктуре

На основе сгенерированных знаний в форме аналитического ядра проанализируем поведение показателей качества управления потоком запросов к серверной инфраструктуре.

В табл. 4 приводятся параметры исследуемых систем. Показатели качества оценивались с использованием среды Matlab. Оценка проводилась с помощью следующих функций.

Функция `odnourN(lam, m_1, m_2, L)` вычисляет значение $\bar{N}$ – среднее количество запросов, находящихся в системе, при одноуровневом управлении:

```
function N = odnourN(lam, m_1, m_2, L)
```

```
%ODNOURN returns average queue length value for one-level
control system

% k          state number = queue length
% lam        input intensity
% m_1        output intensity for 1st mode
% m_2        output intensity for 2nd mode
% L          one-level control parameter

r_1=lam./m_1;
r_2=lam./m_2;
P_0=((1-r_1).*(1-r_2))./(1-r_2-r_1.^L.*(r_1-r_2));
N=(P_0).*(r_1./(1-r_1).^2-((r_1.^L.*(r_1-r_2))./((1-r_1).*(1-
r_2))).*(L+(1-r_1.*r_2)./((1-r_1).*(1-r_2))));
end
```

Функция `odnourQ(lam, m_1, m_2, L)` вычисляет значение $\bar{Q}$ – среднее количество запросов, ожидающих обработки, при одноуровневом управлении:

```
function Q = odnourQ(lam, m_1, m_2, L)
%ODNOURQ returns average Q value for one-level control system

% k          state number = queue length
% lam        input intensity
% m_1        output intensity for 1st mode
% m_2        output intensity for 2nd mode
% L          one-level control parameter

r_1=lam./m_1;
r_2=lam./m_2;
P_0=((1-r_1).*(1-r_2))./(1-r_2-r_1.^L.*(r_1-r_2));
Q=P_0 + P_0.*((r_1.^L.*r_2)./(r_2 - 1).^2 - (r_1.*(r_1.^L -
1))./(r_1 - 1).^2 + (L.*r_1.*r_1.^(L - 1))./(r_1 - 1) -
(L.*r_1.*r_1.^(L - 1))./(r_2 - 1)) - P_0.*((r_1.^L - 1)./(r_1 -
1) - r_1.^L./(r_2 - 1));
end
```

Функция `gisterN(lam, m_1, m_2, L_1, L_2)` вычисляет значение $\bar{N}$ – среднее количество запросов, находящихся в системе, при гистерезисном управлении:

```
function N = gisterN(lam, m_1, m_2, L_1, L_2)
%GISTERN returns average queue length value for hysteresis
control system

% k          state number = queue length
% lam        input intensity
% m_1        output intensity for 1st mode
% m_2        output intensity for 2nd mode
% L_1        hysteresis control 1st parameter
% L_2        hysteresis control 2nd parameter
```

```
r=lam./m_1;
r_1=lam./m_2;
q=L_2-L_1-1;
P_0=(1./(1-r)-((q+1).*r.^(L_1+q).*(r-r_1))./((1-r.^(q+1)).*(1-
r_1))).^(-1);
N=P_0.*(r./(1-r).^2 -((q+1).*r.^(L_1+q).*(r-r_1 ))./((1-r.^(q+1)
).*(1-r_1 ) ).*((2.*L_1+q)./2+(1-r.*r_1)./((1-r).*(1-r_1 ) )) );
end
```

Функция `gisterQ(lam, m_1, m_2, L_1, L_2)` вычисляет значение $\bar{Q}$ – среднее количество запросов, ожидающих обработки, при гистерезисном управлении:

```
function Q = gisterQ(lam, m_1, m_2, L_1, L_2)
%GISTERP returns average Q value for hysteresys control system

% k          state number = queue length
% lam        input intensity
% m_1        output intensity for 1st mode
% m_2        output intensity for 2nd mode
% L_1        hysteresis control 1st parameter
% L_2        hysteresis control 2nd parameter

r=lam./m_1;
r_1=lam./m_2;
q=L_2-L_1-1;
P_0=(1./(1-r)-((q+1).*r.^(L_1+q).*(r-r_1))./((1-r.^(q+1)).*(1-
r_1))).^(-1);
Q=P_0.*(((r-(L_1+1).*r.^(L_1+1)+L_1.*r.^(L_1+2))./(1-r).^2 -(r-
r.^(L_1+1))./(1-r))+(r.^(L_1 ).*(1-r))./(1-r.^(q+1) ).*((L_1-
1).*(((r-r.^(q+1))./(1-r)-q.*r.^(q+1))./(1-r)+(r.^q.*r_1.*(q-
(r_1-r_1.^(q+1) )./(1-r_1 )))./(1-r_1 ))+(((r-
(q+1).*r.^(q+1)+q.*r.^(q+2))./(1-r).^2 -
(r.^(q+1).*q.*(q+1))./2)./(1-r)+(r.^q.*r_1.*((q.*(q+1))./2-(r_1-
(q+1).*r_1.^(q+1)+q.*r_1.^(q+2))./(1-r_1 ).^2 ))./(1-r_1 ))
)+((1-r_1.^(q+1) ).*(1-r).*r.^(L_1+q))./((1-r.^(q+1) ).*(1-r_1 )
).*((r_1.*(L_1+q-1))./(1-r_1 )+r_1./(1-r_1 ).^2 ) );
end
```

Функции, позволяющие построить графики дискретного распределения случайной величины N

Функция `gisterP(k, lam, m_1, m_2, L_1, L_2)` вычисляет вероятность нахождения системы в состоянии k при гистерезисном управлении.

```
function Pn = gisterP(k, lam, m_1, m_2, L_1, L_2)
%GISTERP returns probability distribution for hysteresys control
system
```

```
% k          state number = queue length
% lam        input intensity
% m_1        output intensity for 1st mode
% m_2        output intensity for 2nd mode
% L_1        hysteresis control 1st parameter
% L_2        hysteresis control 2nd parameter

k = floor(k);
r=lam./m_1;
r_1=lam./m_2;
q=L_2-L_1-1;
P_0=(1./(1-r)-((q+1).*r.^(L_1+q).*(r-r_1))./((1-r.^(q+1)).*(1-
r_1))).^(-1);
for n=k
    if (n>=0) && (n<=L_1)
        Pn=(r.^n).*P_0;
    elseif (n>L_1) && (n<L_2)
        Pn=(r.^(L_1).*(1-r))./(1-r.^(q+1)).*P_0.*((r.^(n-L_1)-
r.^(q+1))./(1-r)+(r.^q.*r_1.*(1-r_1.^(n-L_1)))./(1-r_1));
    elseif (n>=L_2)
        Pn=((1-r_1.^(q+1)).*(1-r).*r.^(L_1+q))./((1-r.^(q+1)
).*(1-r_1)).*r_1.^(n-L_1-q).*P_0;
    else
        Pn=0;
    end
end
end
```

Функция `odnourP(k, lam, m_1, m_2, L)` вычисляет вероятность нахождения системы в состоянии k при одноуровневом управлении.

```
function Pn = odnourP(k, lam, m_1, m_2, L)
%ODNOURP returns probability distribution for one-level control
system

% k          state number = queue length
% lam        input intensity
% m_1        output intensity for 1st mode
% m_2        output intensity for 2nd mode
% L          one-level control parameter

k = floor(k);
r_1=lam./m_1;
r_2=lam./m_2;
P_0=((1-r_1).*(1-r_2))./(1-r_2-r_1.^L.*(r_1-r_2));
for n=k
    if (n>=0) && (n<=L)
        Pn=(r_1.^n).*P_0;
    elseif (n>L)
        Pn=(r_1.^L).*(r_2.^(n-L)).*P_0;
    else
```

```
        Pn=0;
    end
end
end
```

На рис. 21, 22 представляются распределения вероятностей количества находящихся в системе запросов при одноуровневом управлении и разных интенсивностях входящего потока. Для каждого из них выполняются нормирующие условия (6), (18), что является подтверждением корректности аналитических выкладок.

При $\lambda = 3.7 \cdot 10^4 < \mu_1$ (рис. 21) выясняется, что вероятность нахождения системы в режиме работы без памяти выше вероятности пребывания в альтернативном режиме. Указанный эффект объясняется тем, что при указанном значении интенсивности входящего потока переход в режим работы с памятью сопровождается быстрым уменьшением длины очереди и возвращением в альтернативный режим работы. При $\lambda = 2 \cdot 10^5 > \mu_1$ ((рис. 6) распределение для случая одноуровневого управления характеризуется ярко выраженным максимумом вблизи значений *n*, равных заданным параметрам *L*. При гистерезисном управлении увеличивается дисперсия и подобного явления не наблюдается.

Таблица 4

Параметры исследуемых систем

	System #1	System #2	System #3
μ_1	$4 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4$
μ_2	$4 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^5$
Механизм управления	Одноуровневое	Одноуровневое	Гистерезисное
Параметры управления	$L = 5$	$L = 25$	$L_1 = 5$ $L_2 = 25$

В поведении распределения количества находящихся в системе запросов в условиях высокой интенсивности входящего потока проявляется тот факт, что при одноуровневом управлении система большую часть времени находится в состоянии, при котором длина очереди в буферной памяти приближается к пороговому значению *L*. Последнее означает, что в системе осуществляется частое переключение режимов, которое негативно сказывается на характеристиках системы из-за временных затрат на переключение.

При гистерезисном управлении указанный недостаток не наблюдается, поскольку переключение режимов выполняется при различных пороговых значениях $L_1 < L_2$.

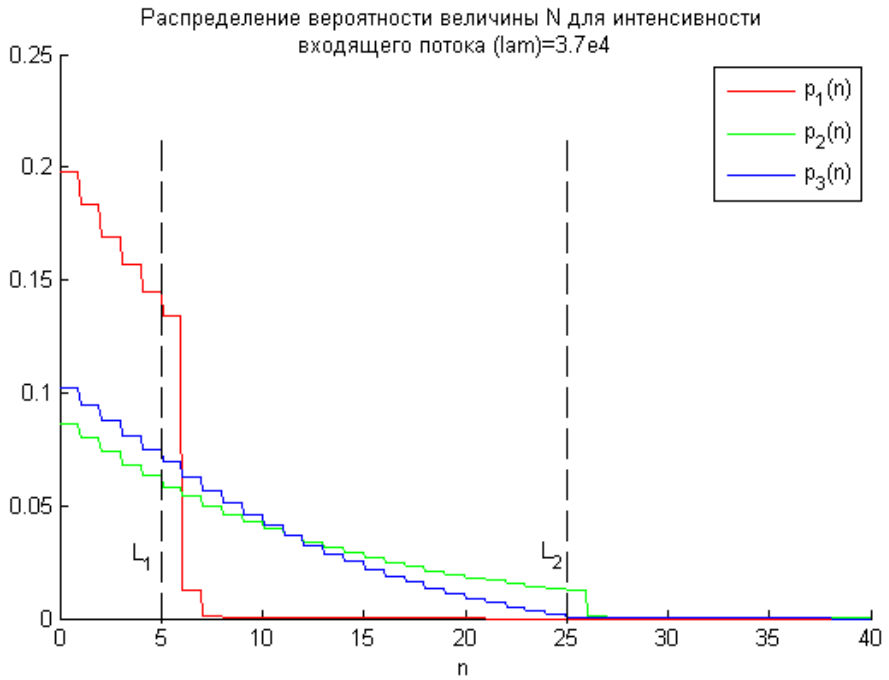

Рис. 21. Распределение вероятности количества находящихся в системе запросов

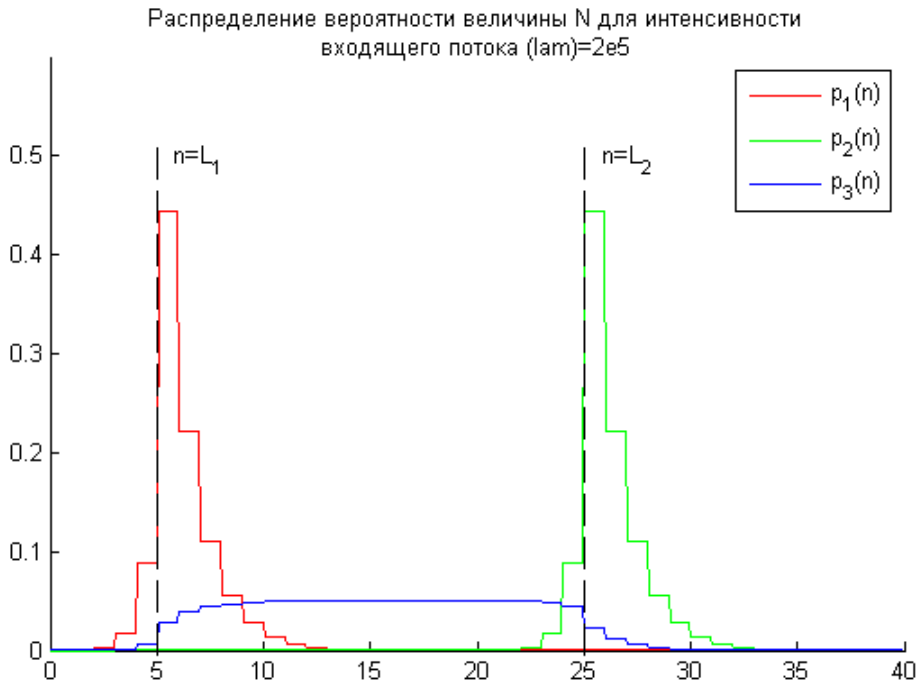

Рис. 22. Распределение вероятности количества находящихся в системе запросов

Анализ зависимостей с рис. 21, 22 показывает, что значения средней длины очереди, приведенные в табл. 5, находятся в полном соответствии с ранее рассмотренными распределениями.

На рис. 23 представляются зависимости среднего количества запросов в системе и среднего количества запросов в буферной памяти от интенсивности входящего потока запросов. Значения $\bar{N}$ и $\bar{Q}$ монотонно

увеличиваются с возрастанием интенсивности входящего потока. Среднее количество ожидающих обслуживания запросов остается меньшим на единицу по сравнению со средним количеством запросов в системе, что соответствует сущности оцениваемых показателей и подтверждает корректность аналитического ядра систем автоматизации управления потоком запросов к серверной инфраструктуре.

При $\lambda < \mu_1$ длина очереди изменяется в области значений меньших порога L для систем с одноуровневым управлением и порога L_2 для систем с гистерезисным управлением, так как системы функционируют преимущественно в режиме без памяти. При приближении величины λ к значению μ_2 в системе учащается переход к режиму с памятью. На некотором интервале изменения интенсивности входящего потока средняя длина очереди в буферной памяти увеличивается постепенно, а затем наблюдается неограниченное возрастание. Для исследуемых показателей выполняются следующие соотношения:

$$\bar{N}_1 \leq \bar{N}_3 \leq \bar{N}_2,\ \bar{Q}_1 \leq \bar{Q}_3 \leq \bar{Q}_2.$$

.

На рис. 24 показываются графики зависимостей среднего времени простаивания в очереди от интенсивности входящего потока запросов. При этом выясняется, что значение $\bar{W}$ увеличивается по мере возрастания интенсивности входящего потока при $\lambda < \mu_1$.. При λ близком к μ_1 в функции $\bar{W}(\lambda)$ появляется локальный максимум. При приближении величины λ к μ_2 на некотором интервале среднее время простаивания в очереди уменьшается, так как увеличивается вероятность нахождения системы в режиме работы с памятью. При λ близком к μ_2 наблюдается неограниченное возрастание значений W . Для множества рассматриваемых альтернативных вариантов соблюдается соотношение

$$\bar{W}_1 \leq \bar{W}_3 \leq \bar{W}_2,$$

что обуславливается особенностями выбора параметров сравниваемых способов управления потоком запросов к серверной инфраструктуре.

На рис. 25 изображаются зависимости среднего времени обработки запросов от интенсивности входящего потока для сравниваемых вариантов управления потоком запросов к серверной инфраструктуре. При $\lambda < \mu_1$ на некотором интервале вариаций интенсивности входящего потока среднее время обработки запросов не изменяется и приблизительно равняется $1/\mu_1$, так как система не нуждается в режиме с памятью.

При приближении величины λ к значению μ_2 среднее время обработки запросов монотонно снижается и приближается к уровню $1/\mu_2$, поскольку увеличивается вероятность перехода к режиму работы с памятью. В ходе эксперимента выясняется, что

$$\bar{S}_1 \leq \bar{S}_3 \leq \bar{S}_2.$$

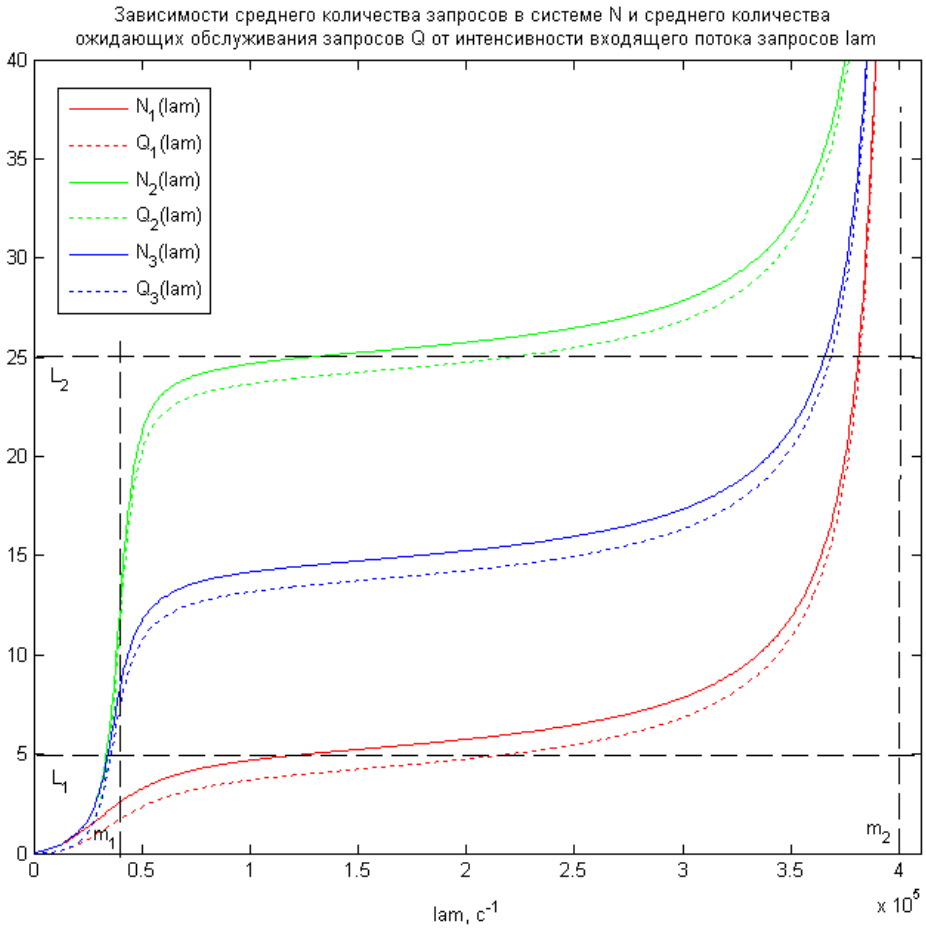

Рис. 23. Зависимости среднего количества запросов в системе и среднего количества запросов в буферной памяти от интенсивности входящего потока запросов

В результате применения представленных формализаций:

– разработана концепция автоматизации управления потоком запросов к серверной инфраструктуре;

– раскрыты два способа управления потоком запросов к серверной инфраструктуре;

– формализован процесс определения показателей качества управления потоком запросов к серверной инфраструктуре;

– определены аналитические зависимости показателей качества управления потоком запросов к серверной инфраструктуре от параметров процедур его автоматизации;

– сформирована система генерации знаний о качестве управления потоком запросов к серверной инфраструктуре;

– получены новые знания о влиянии параметров управления потоком запросов к серверной инфраструктуре на его качество;

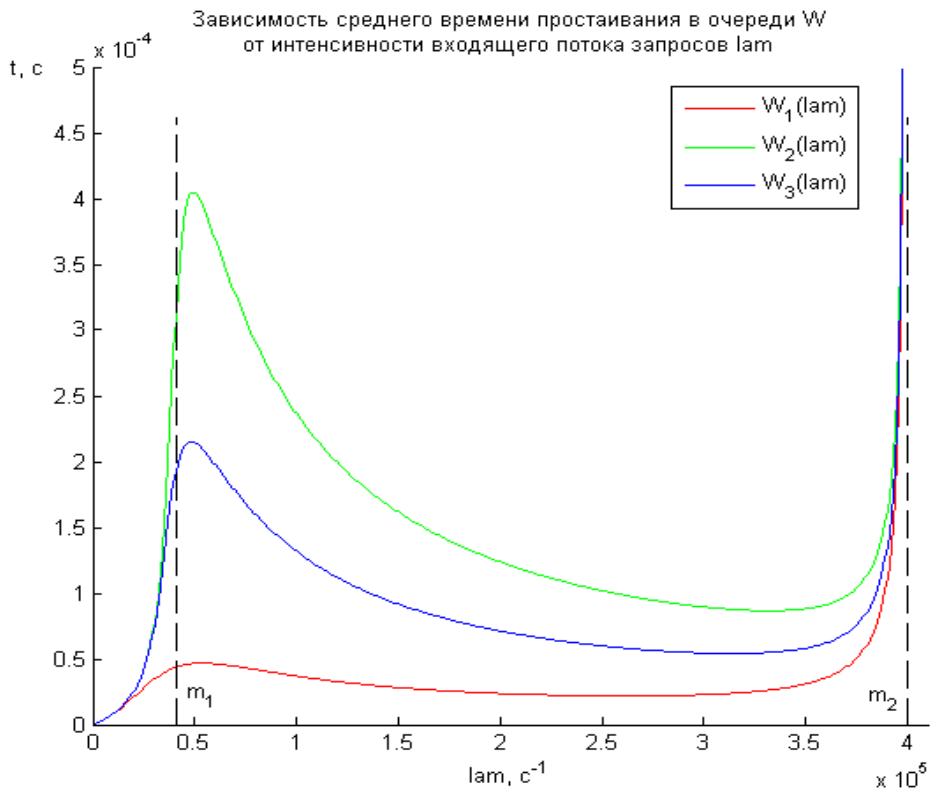

Рис. 24. Зависимости среднего времени простаивания в очереди от интенсивности входящего потока запросов

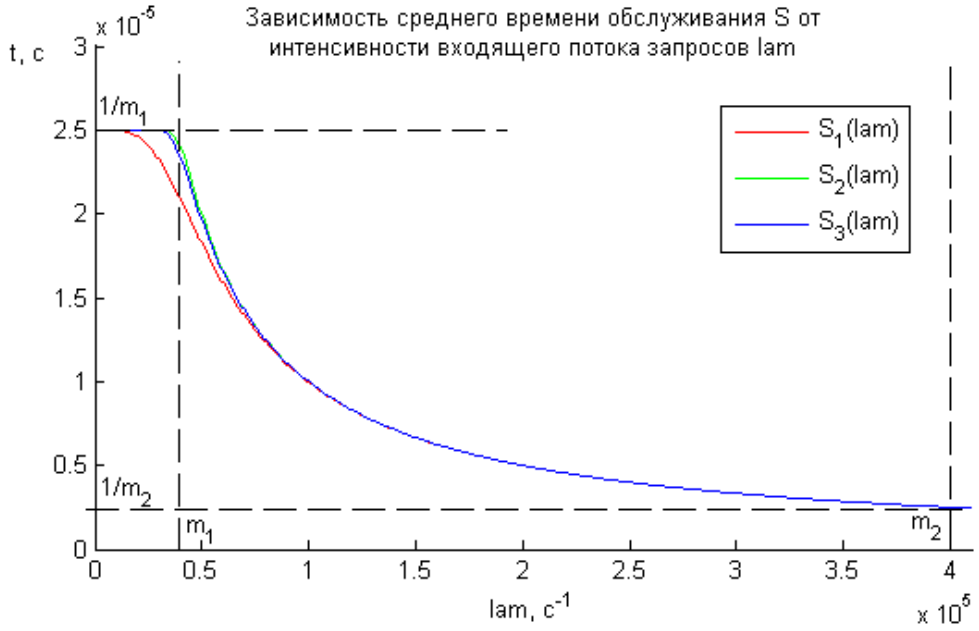

Рис. 25. Зависимости среднего времени обработки запросов от интенсивности входящего потока

Таблица 5

Показатели качества работы систем при различных способах управления потоком запросов к серверной инфраструктуре

		$\lambda = 3.7 \cdot 10^4$	$\lambda = 2 \cdot 10^5$
System #1	$\overline{N_1}$	2.33	5.75
	$\overline{W_1}$	$4.12 \cdot 10^{-5}$	$2.38 \cdot 10^{-5}$
	$\overline{S_1}$	$2.17 \cdot 10^{-5}$	$5.00 \cdot 10^{-6}$
System #2	$\overline{N_2}$	8.41	25.75
	$\overline{W_2}$	$2.03 \cdot 10^{-4}$	$1.24 \cdot 10^{-4}$
	$\overline{S_2}$	$2.47 \cdot 10^{-5}$	$5.00 \cdot 10^{-6}$
System #3	$\overline{N_3}$	6.61	15.25
	$\overline{W_3}$	$1.55 \cdot 10^{-4}$	$7.13 \cdot 10^{-5}$
	$\overline{S_3}$	$2.43 \cdot 10^{-5}$	$5.00 \cdot 10^{-6}$

– выявлены преимущества гистерезисного управления потоком запросов к серверной инфраструктуре.

4. Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине «Системы представления и приобретения знаний»

1. Категории искусственного интеллекта.
2. Процессы жизненного цикла искусственного интеллекта.
3. Определения знания в контексте процессного подхода.
4. Признаки классификации знаний.
5. Системы классификации знаний.
6. Извлечение, структурирование, формализация, анализ и генерация знаний.
7. Хаос знаний.
8. Поле знаний.
9. Пирамида знаний.
10. База знаний.
11. Определение модели представления знаний.
12. Признаки классификации моделей представления знаний.
13. Системы классификации моделей представления знаний.
14. Функциональные модели.
15. Продукционные модели.
16. Семантические модели.
17. Фреймовые модели.
18. Модели теории логик.
19. Модели теории нечётких множеств.
20. Модели теории нейронных сетей.
21. Нотации моделей представления знаний.
22. Виды и отличительные черты ментальных моделей.
23. Системы элементов ментальных моделей.
24. Методики построения ментальных моделей.
25. Средства представления и приобретения знаний.
26. Принципы и способы интеграции средств представления и приобретения знаний.
27. Приёмы разработки моделей представления знаний в средах инструментальных систем.
28. Определение цели генерации знаний.
29. Выбор показателей и критериев качества функционирования системы искусственного интеллекта.
30. Описание условий функционирования системы искусственного интеллекта.
31. Построение функциональных моделей.
32. Выбор методов преобразования функциональных моделей.
33. Анализ функциональных моделей.
34. Формирование базы знаний.
35. Генерация знаний о качестве функционирования системы.
36. Определения онтологии.
37. Виды онтологий.

38. Выделение категорий.
39. Общие подходы к построению онтологий.
40. Формальные спецификации разделяемых концептуальных моделей представления знаний.
41. Онтологическая организационная модель.
42. Язык описания онтологической организационной модели.
43. Показатели качества онтологии.
44. Формальные признаки идентификации контекстно-зависимых классов-ролей и правила их представления.
45. Категории для описания абстракций верхнего уровня.
46. Формализмы онтологий.
47. Онтологические системы.
48. Виды логик.
49. Синтаксис и семантика логики.
50. Правила логического анализа.
51. Логическая база знаний.
52. Представление задач планирования действий в пространстве состояний и пространстве планов.
53. Системные подходы к планированию действий.
54. Обобщённый алгоритм нелинейного планирования действий.
55. Базовые процедуры обобщённого алгоритма.
56. Нелинейные системы планирования и их представление через обобщённый алгоритм.
57. Показатели и критерии качества систем планирования действий.
58. Критерий отбора доступной информации.
59. Оценка значений критерия эффективности планирования.
60. Выбор оптимального алгоритма на основе регрессионного анализа.
61. Выбор оптимального алгоритма на основе искусственных нейронных сетей.
62. Типы интеллектуальных агентов.
63. Архитектура интеллектуальных агентов и многоагентных систем.
64. Агентные технологии.
65. Функциональные спецификации агентных систем.
66. Реализации агентных систем.

5. Тесты для проверки знаний студентов по дисциплине «Системы представления и приобретения знаний»

5.1. Вариант № 1

1. Каков диапазон изменения времени достижения цели при последовательном выполнении действий интеллектуального программного агента на I реплицированных узлах компьютерной сети.

2. Как определить функциональную зависимость среднего времени достижения цели от количества реплицированных узлов компьютерной сети при последовательном выполнении действий интеллектуального программного агента?

3. Как определить риск при устранении неопределенности интеллектуальным программным агентом в компьютерной сети в условиях параллельной обработки информации на реплицированных узлах?

4. Каков диапазон изменения времени устранения неопределенности в компьютерной сети при параллельном выполнении действий интеллектуального программного агента на I реплицированных узлах?

5. В соотношении для определения плотности распределения вероятностей времени достижения цели при последовательном выполнении действий интеллектуальным агентом на I реплицированных узлах сети указать пропущенные математические объекты

$$f_s(k_s) = p_1 * f_1^s(k_1 = k_s) + (1 - p_1) * p_2 * f_{12}^s(k_{12} = k_s) + \mathrm{K}$$
$$+(1 - p_1) * \mathrm{K} * (1 - p_{I-1}) * p_I * f_{12...I}^s(k_{12...I} = k_s)$$
$$f_{1...j}^s(k_{1...j}) = \sum f_{1...(j-1)}^f(k_{1...(j-1)}) * fj_s(k_{1...j} - k_{1...(j-1)})$$

$$f_1^s(k_1) = f1_s(k_1);$$
$$j = 1, 2, ..., I.$$

6. В соотношении для определения плотности распределения вероятностей времени достижения цели при последовательном выполнении действий интеллектуальным агентом на I нереплицированных узлах сети указать пропущенные математические объекты:

$$f_s(k_s) = p_1 * p_2 * ... * p_I * f_{1...I}^s(k_{1...I} = k_s);$$

$$f^{s}_{1\ldots j}(k_{1\ldots j}) = fj_s(k_{1\ldots j} - k_{1\ldots(j-1)}).$$

7. В соотношении для определения плотности распределения вероятностей времени преодоления априорной неопределенности при параллельном выполнении действий интеллектуальным агентом на I реплицированных узлах сети указать пропущенные математические объекты:

$$f_(k_) = f_1(k_{01} = k_) * (1 - \sum f_2(k_{02})) * \text{K} * (1 - \sum f_I(k_{0I})) +$$

$$+ f_2(k_{02} = k_) * (1 - \sum f_1(k_{01})) * (1 - \sum f_3(k_{03})) * \text{K} * (1 - \sum f_I(k_{0I})) + \text{K} +$$

$$+ f_I(k_{0I} = k_) * (1 - \sum f_1(k_{01})) * \text{K} * (1 - \sum f_{I-1}(k_{0(I-1)}));$$

8. В соотношении для определения плотности распределения вероятностей времени преодоления априорной неопределенности при параллельном выполнении действий интеллектуальным агентом на I нереплицированных узлах сети указать пропущенные математические объекты:

$$f_(k_) = f_1(k_{01} = k_) * \sum \text{K} \sum f_2(k_{02}) * \text{K} * f_I(k_{0I}) +$$

$$+ f_2(k_{02} = k_) * \sum \sum \text{K} \sum f_1(k_{01}) * f_3(k_{03}) * \text{K} * f_I(k_{0I}) + \text{K} +$$

$$+ f_I(k_{0I} = k_) * \sum \text{K} \sum f_1(k_{01}) * f_2(k_{02}) * \text{K} * f_{I-1}(k_{0(I-1)});$$

9. Какая характеристика множества операторов предметной области используется при ее параметризации?

10. С какой целью выполняется параметризация предметной области при планировании действий интеллектуальных программных агентов в компьютерной сети.

11. Какие характеристики предметной области используются системой выбора оптимального алгоритма планирования действий интеллектуальных программных агентов в компьютерной сети.

12. По какому принципу разбивается множество задач планирования при построении канонических регрессионных моделей критериев эффективности планирования действий интеллектуальных программных агентов компьютерных сетей?

13. Привести линейную регрессионную модель V критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети.

14. Привести квадратичную регрессионную модель V критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети.

15. Какого типа искусственная нейронная сеть применяется для определения зависимости V критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети от параметров предметной области и задачи планирования?

16. При каком условии параметр среды функционирования интеллектуального программного агента компьютерной сети исключается из состава аргументов регрессионной модели V критерия эффективности планирования его действий?

17. Как выбирается размер скрытого слоя искусственной нейронной сети при ее использовании в качестве модели V критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети?

18. Какая функция активации используется в скрытом слое искусственной нейронной сети при ее использовании в качестве модели V критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети?

19. Какая функция используется в выходном слое искусственной нейронной сети при ее использовании в качестве модели V критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети?

20. По результатам оценки критерия эффективности $\Phi_2(\omega)$, приведенным в таблице, выбрать оптимальный алгоритм планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети первого типа

Алгоритм	$\Phi_2(\omega)$
A1	1,64
A2	1,78
A3	1,87
A4	2,36
A5	2,52
A6	1,08

21. По результатам оценки критерия эффективности $\Phi_1(\omega)$, приведенным в таблице, выбрать оптимальный алгоритм планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети первого типа

Алгоритм	$\Phi_1(\omega)$
A1	0,64
A2	0,78
A3	0,87
A4	0,36
A5	0,52
A6	0,08

5.2. Вариант № 2

1. Каков диапазон изменения времени достижения цели при последовательном выполнении действий интеллектуального программного агента на I нереплицированных узлах компьютерной сети.

2. Как определить функциональную зависимость среднего времени достижения цели от количества нереплицированных узлов компьютерной сети при последовательном выполнении действий интеллектуального программного агента?

3. Какая функция активации используется в скрытом слое искусственной нейронной сети при ее использовании в качестве модели V критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети?

4. Какая функция используется в выходном слое искусственной нейронной сети при ее использовании в качестве модели V критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети?

5. По результатам оценки критерия эффективности $\Phi_2(\omega)$, приведенным в таблице, выбрать оптимальный алгоритм планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети первого типа

Алгоритм	$\Phi_2(\omega)$
A1	1,14
A2	1,78
A3	1,77
A4	2,36
A5	2,52
A6	4,08

6. По результатам оценки критерия эффективности $\Phi_1(\omega)$, приведенным в таблице, выбрать оптимальный алгоритм планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети первого типа

Алгоритм	$\Phi_1(\omega)$
A1	0,94
A2	0,38
A3	0,87
A4	0,56
A5	0,58
A6	0,48

7. Как определить риск при устранении неопределенности интеллектуальным программным агентом в компьютерной сети в условиях параллельной обработки информации на нереплицированных узлах?

8. Каков диапазон изменения времени устранения неопределенности в компьютерной сети при параллельном выполнении действий интеллектуального программного агента на I нереплицированных узлах?

9. В соотношении для определения плотности распределения вероятностей времени достижения цели при последовательном выполнении действий интеллектуальным агентом на I реплицированных узлах сети указать пропущенные математические объекты

$$f_s(k_s) = (1 - p_1) * p_2 * f_{12}^s(k_{12} = k_s) + \text{K}$$
$$+(1 - p_1) * \text{K} * (1 - p_{I-1}) * p_I * f_{12...I}^s(k_{12...I} = k_s)$$

$$f_{1...j}^s(k_{1...j}) = \sum f_{1...(j-1)}^f(k_{1...(j-1)}) * fj_s(k_{1...j} - k_{1...(j-1)})$$

$$f_1^s(k_1) = f1_s(k_1);$$

$$j = 1, 2, ..., I.$$

10. В соотношении для определения плотности распределения вероятностей времени достижения цели при последовательном выполнении действий интеллектуальным агентом на I нереплицированных узлах сети указать пропущенные математические объекты:

$$f_s(k_s) = p_1 f_{1...I}^s(k_{1...I} = k_s);$$

$$f_{1...j}^s(k_{1...j}) = \sum f_{1...(j-1)}^s(k_{1...(j-1)}) * fj_s(k_{1...j} - k_{1...(j-1)});$$

11. В соотношении для определения плотности распределения вероятностей времени преодоления априорной неопределенности при параллельном выполнении действий интеллектуальным агентом на I реплицированных узлах сети указать пропущенные математические объекты:

$$f_(k_) = (1 - \sum f_2(k_{02})) * \text{K} * (1 - \sum f_I(k_{0I})) +$$

$$+ f_2(k_{02} = k_) * (1 - \sum f_1(k_{01})) * (1 - \sum f_3(k_{03})) * \text{K} * (1 - \sum f_I(k_{0I})) + \text{K} +$$

$$+ f_I(k_{0I} = k_) * (1 - \sum f_1(k_{01})) * \text{K} * (1 - \sum f_{I-1}(k_{0(I-1)}));$$

12. В соотношении для определения плотности распределения вероятностей времени преодоления априорной неопределенности при параллельном выполнении действий интеллектуальным агентом на I нереплицированных узлах сети указать пропущенные математические объекты:

$$f_(k_) = \sum \mathrm{K} \sum f_2(k_{02}) * \mathrm{K} * f_I(k_{0I}) +$$

$$+ f_2(k_{02} = k_) * \sum \sum \mathrm{K} \sum f_1(k_{01}) * f_3(k_{03}) * \mathrm{K} * f_I(k_{0I}) + \mathrm{K} +$$

$$+ f_I(k_{0I} = k_) * \sum \mathrm{K} \sum f_1(k_{01}) * f_2(k_{02}) * \mathrm{K} * f_{I-1}(k_{0(I-1)});$$

13. Какая характеристика множества операторов предметной области используется при ее параметризации?

14. С какой целью выполняется параметризация предметной области при планировании действий интеллектуальных программных агентов в компьютерной сети.

15. Какие характеристики предметной области используются системой выбора оптимального алгоритма планирования действий интеллектуальных программных агентов в компьютерной сети.

16. По какому принципу разбивается множество задач планирования при построении канонических регрессионных моделей критериев эффективности планирования действий интеллектуальных программных агентов компьютерных сетей?

17. Привести линейную регрессионную модель V критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети.

18. Привести квадратичную регрессионную модель V критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети.

19. Какого типа искусственная нейронная сеть применяется для определения зависимости V критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети от параметров предметной области и задачи планирования?

20. При каком условии параметр среды функционирования интеллектуального программного агента компьютерной сети исключается из состава аргументов регрессионной модели V критерия эффективности планирования его действий?

21. Как выбирается размер скрытого слоя искусственной нейронной сети при ее использовании в качестве модели V критерия эффективности

планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети?

5.3. Вариант № 3

1. В соотношении для определения плотности распределения вероятностей времени достижения цели при последовательном выполнении действий интеллектуальным агентом на I реплицированных узлах сети указать пропущенные математические объекты

$$f_s(k_s) = p_1 * f_1^s(k_1 = k_s) + (1 - p_1) * f_{12}^s(k_{12} = k_s) + \text{K}$$
$$+(1 - p_1) * \text{K} * (1 - p_{I-1}) * p_I * f_{12...I}^s(k_{12...I} = k_s)$$
$$f_{1...j}^s(k_{1...j}) = \sum f_{1...(j-1)}^f(k_{1...(j-1)}) * fj_s(k_{1...j} - k_{1...(j-1)})$$

$$f_1^s(k_1) = f1_s(k_1);$$
$$j = 1, 2, ..., I;$$

2. В соотношении для определения плотности распределения вероятностей времени достижения цели при последовательном выполнении действий интеллектуальным агентом на I нереплицированных узлах сети указать пропущенные математические объекты:

$$f_s(k_s) = p_1 * f_{1...I}^s(k_{1...I} = k_s);$$
$$f_{1...j}^s(k_{1...j}) = \sum f_{1...(j-1)}^s(k_{1...(j-1)}) * fj_s(k_{1...j} - k_{1...(j-1)}).$$

3. В соотношении для определения плотности распределения вероятностей времени преодоления априорной неопределенности при параллельном выполнении действий интеллектуальным агентом на I реплицированных узлах сети указать пропущенные математические объекты:

$$f_(k_) = f_1(k_{01} = k_) * (1 - \sum f_2(k_{02})) +$$
$$+ f_2(k_{02} = k_) * (1 - \sum f_1(k_{01})) * (1 - \sum f_3(k_{03})) * \text{K} * (1 - \sum f_I(k_{0I})) + \text{K} +$$
$$+ f_I(k_{0I} = k_) * (1 - \sum f_1(k_{01})) * \text{K} * (1 - \sum f_{I-1}(k_{0(I-1)}));$$

4. Каков диапазон изменения времени устранения неопределенности в компьютерной сети при параллельном выполнении действий интеллектуального программного агента на 7 реплицированных узлах?

5. Каков диапазон изменения времени достижения цели при последовательном выполнении действий интеллектуального программного агента на 5 нереплицированных узлах компьютерной сети?

6. Как определить функциональную зависимость среднего времени достижения цели от количества реплицированных узлов компьютерной сети при последовательном выполнении действий интеллектуального программного агента?

7. Как определить риск при устранении неопределенности интеллектуальным программным агентом в компьютерной сети в условиях параллельной обработки информации на нереплицированных узлах?

8. В соотношении для определения плотности распределения вероятностей времени преодоления априорной неопределенности при параллельном выполнении действий интеллектуальным агентом на I нереплицированных узлах сети указать пропущенные математические объекты:

$$f_(k_) = f_1(k_{01} = k_) * \sum \mathrm{K} \sum f_2(k_{02}) * \mathrm{K} * f_I(k_{0I}) +$$

$$+ \sum \sum \mathrm{K} \sum f_1(k_{01}) * f_3(k_{03}) * \mathrm{K} * f_I(k_{0I}) + \mathrm{K} +$$

$$+ f_I(k_{0I} = k_) * \sum \mathrm{K} \sum f_1(k_{01}) * f_2(k_{02}) * \mathrm{K} * f_{I-1}(k_{0(I-1)});$$

9. Какая характеристика множества операторов предметной области используется при ее параметризации?

10. С какой целью выполняется параметризация предметной области при планировании действий интеллектуальных программных агентов в компьютерной сети.

11. Какие характеристики предметной области используются системой выбора оптимального алгоритма планирования действий интеллектуальных программных агентов в компьютерной сети.

12. По какому принципу разбивается множество задач планирования при построении канонических регрессионных моделей критериев эффективности планирования действий интеллектуальных программных агентов компьютерных сетей?

13. Какая функция активации используется в скрытом слое искусственной нейронной сети при ее использовании в качестве модели ν критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети?

14. Какая функция используется в выходном слое искусственной нейронной сети при ее использовании в качестве модели ν критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети?

15. По результатам оценки критерия эффективности $\Phi_2(\omega)$, приведенным в таблице, выбрать оптимальный алгоритм планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети первого типа

Алгоритм	$\Phi_2(\omega)$
A1	4,61
A2	1,18
A3	1,37
A4	1,36
A5	1,52
A6	1,08

16. По результатам оценки критерия эффективности $\Phi_1(\omega)$, приведенным в таблице, выбрать оптимальный алгоритм планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети первого типа

Алгоритм	$\Phi_1(\omega)$
A1	0,54
A2	0,78
A3	0,97
A4	0,36
A5	0,98
A6	0,88

17. Привести линейную регрессионную модель ν критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети.

18. Привести квадратичную регрессионную модель ν критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети.

19. Какого типа искусственная нейронная сеть применяется для определения зависимости ν критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети от параметров предметной области и задачи планирования?

20. При каком условии параметр среды функционирования интеллектуального программного агента компьютерной сети исключается из состава аргументов регрессионной модели ν критерия эффективности планирования его действий?

21. Как выбирается размер скрытого слоя искусственной нейронной сети при ее использовании в качестве модели ν критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети?

6. Контрольные работы по дисциплине «Системы представления и приобретения знаний»

6.1. Контрольная работа № 1

1. Построить интеллектуальную карту процесса взаимодействия двух открытых систем.

2. Формально описать в матричной форме интеллектуальную карту из п.1.

3. Определить принципы сравнительного анализа интеллектуальных карт.

4. Построить концептуальную модель взаимодействия трех узлов информационной системы типа пикосеть стандарта IEEE 802.15.1.

5. Построить концептуальную модель взаимодействия двух узлов информационной системы, поддерживающих технологию стандарта IEEE 802.15.1, с её локальной сетью базового стандарта IEEE 802.11.

6. Построить концептуальную модель взаимодействия двух узлов информационной системы, созданной в соответствии с технологией стандарта IEEE 802.11.n.

7. Построить концептуальную модель взаимодействия двух узлов информационной системы, созданной в соответствии с технологией стандарта IEEE 802.16 режима WirelessMAN-SC.

8. Представить нотацию концептуальной модели деятельности в классе диаграмм деятельности.

9. Построить фреймовую модель физического кадра региональной сети по стандарту IEEE 802.16 в режиме WirelessMAN-OFDM при включении опции Mesh.

10. Определить лингвистическую переменную.

11. На каком интервале задаётся функция принадлежности?

6.2. Контрольная работа № 2

1. На каких платформах информатизации может устанавливаться инструментальная система IHMC Cmap Tools?

2. Какого типа модели представления знаний могут создаваться в среде системы IHMC Cmap Tools?

3. Поддерживается ли в среде системы IHMC Cmap Tools коллективная работа специалистов?

4. Могут ли модели представления знаний, построенные в среде инструментальной системы IHMC Cmap Tools, анализироваться поисковыми системами?

5. Определить базовые функции пропозициональной логики.

6. Привести пример композитного высказывания, определённого с помощью базовых функций пропозициональной логики.

7. Представить композитное высказывание, приведённое в п. 6, в форме запроса для выбранной поисковой системы.

8. Определить форму описания логической базы знаний на верхнем уровне абстракции.

9. Изобразить структуру искусственной нейронной сети Кохонена.

10. Определить различия между искусственной нейронной сетью с боковыми соединениями и искусственной нейронной сетью Хопфилда.

6.3. Контрольная работа № 3

1. Перечислить математические описания сред для интеллектуальных агентов.

2. Какое решение P задачи планирования <I,G> является минимальным?

3. Указать недопустимые и допустимые сочетания понятий:

3.5. Полнота алгоритма генерации плана, решение P задачи планирования <I,G> существует;
3.6. Полнота алгоритма генерации плана, решение P задачи планирования <I,G> не существует;
3.7. Полнота алгоритма генерации плана, систематичность алгоритма генерации плана;
3.8. Корректность алгоритма генерации плана, исполнение плана P в определенной ситуации не гарантирует достижения состояния, удовлетворяющего целевым условиям G.

4. Определить метод планирования действий при сочетании процедур <ARB, SGL, CFT>.

5. Определить операцию ИЛИ для двух функций согласно алгебре Заде.

6. Какого типа искусственная нейронная сеть применяется для определения зависимости V критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети от параметров предметной области и задачи планирования?

7. Как выбирается размер скрытого слоя искусственной нейронной сети при ее использовании в качестве модели V критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети?

8. Какая функция активации используется в скрытом слое искусственной нейронной сети при её использовании в качестве модели V критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети?

9. Какая функция используется в выходном слое искусственной нейронной сети при её использовании в качестве модели V критерия эффективности планирования действий интеллектуального программного агента в компьютерной сети?

10. Представить нотацию концептуальной модели деятельности в классе диаграмм деятельности.

Литература

1. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 1408 с.
2. Татарникова Т.М. Представление знаний в информационных системах: учеб. Пособие / Федеральное агентство связи, ГОУ ВПО «СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича». – СПб.: СПбГУТ, 2006. – 57 с.
3. Чурносов Е. В. Системный анализ и принятие решений.Учеб. пособие. / Федер. агентство связи, ГОУ ВПО "СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича" СПб. : СПбГУТ, 2008. - 64 с.
4. Птицына Л.К., Добрецов С.В. Интеллектуальные технологии и представление знаний. Планирование действий интеллектуальных агентов в информационных сетях: учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. – 172с.
5. Птицына Л.К., Шестаков С.М. Информационные сети. Интеллектуальные информационные агенты: учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 210 с.
6. Основы искусственного интеллекта / Б.В. Костров, В.Н. Ручкин, В.А. Фулин, М.: «ДЕСС», «ТехБук», 2007. – 192 с.
7. Советов Б.Я. Представление знаний в информационных системах: учебник для вузов по направлению подготовки «Информационные системы и технологии» / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский, В.Д. Чертовской. М.: Академия, 2011. – 141 с.
8. Системный анализ и принятие решений. словарь-справочник. Учеб. пособ. для вузов / под общ. ред. : В.Н. Волковой, В.Н. Козлова М. : Высш. шк., 2004. - 616 с.
9. Вишневский В.М., Ляхов В.И., Портной С.Л., Шахнович И.В. широкополосные беспроводные сети передачи информации. М.: Техносфера, 2005. – 592с.
10. Птицына Л. К., Толстов В. Г. Отражение атак методом принудительного кеширования // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовании и науке: Материалы XVII Международной научно-методической конференции. Том 1. 11 – 12 февраля 2010 года. Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2010. – 297 с. (С. 110 – 112).
11. Авен О. И., Гурин Н. Н., Коган Я. А. Оценка качества и оптимизация вычислительных систем. – М.: Наука. 1982. – 464 с.
12. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. Пер. с англ. / Пер. И. И. Грушко, ред. В. И. Нейман. – М.: Машиностроение. 1979. – 432 с.