

вания», которая состоит из магистральной части и радиофрагмента на базе использования протокола RadioEthernet (IEEE 802.11). Одним из сценариев дальнейшего развития сети предусматривается переход на использование IPv6 как на магистрали так и на радиофрагменте. основными предпосылками для применения IPv6 являются задачи создания виртуальных сетей в рамках оптического Ethernet, как городской инфраструктуры. Реализация такой возможности связано с установкой программного обеспечения в маршрутизаторах сети. Одним из вариантов предусматривается использование программного обеспечения под операционной системой Linux. Использование IPv6 позволяет использовать технологию виртуальных ЛВС (VLAN)[3] на третьем уровне. При этом существенный выигрыш достигается при обработке фиксированные поля в заголовке пакета IPv6.

На Рис.2 показано как используется технология IPv6 для организации мобильного доступа абонентов сети наукограда. Пользователь сети А МРНЦ может перемещаться в филиал МРНЦ или иной научный центр, подключенный к магистрали или через оптический Ethernet или радиофрагмент сети. Маршрутизаторы на магистрали содержат программное обеспечение mobile IPv6/DiffServ [4,5,6].

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Переход к IPv6 в радиофрагменте региональной научно-образовательной сети позволит перейти к новым приложениям, которые трудно реализовать в версии IPv4. Для осуществление перехода планируется использовать доступную версию IPv6 под операционной системой Linux.

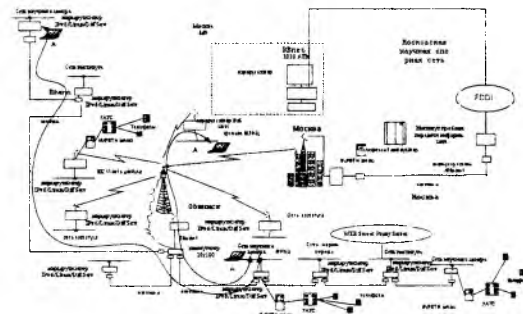


Рисунок 2. Пользователь А сети МРНЦ получает выход в сеть МРНЦ в филиале МРНЦ А1, сети научного центра А2. Используется технология mobile IPv6

ЛИТЕРАТУРА

- [1].В.М. Вишнеvский, В.М. Воробьев, А.И. Ляхов Региональные беспроводные сети передачи данных на базе протокола RADIO-ETHERNET :состояние, моделирование, примеры реализаций *Информационные процессы* том 1,Т1,2001, стр.10-32
- [2].Воробьев В.М. Мультимедийный сервис в городских информационных сетях пакетной коммутации ICINAS,2-7 октября,2000, Санкт-Петербург, стр.111-121
- [3].Воробьев В.М. Интегральные услуги в региональных научно-образовательных сетях пакетной коммутации//*Седьмая международная конференция Информационные сети, системы и технологии*,Минск,2001
- [4].S.Blake, D.Black, M.Carlson and al. An Architecture for differentiated services.RFC 2475, December 1998.
- [5].Le Faucher et al., MPLS Support of Differentiated Services ,draft-ietf-mpls-diff-ext-02.txt, October 1999
- [6].Roland Bless, Klaus Wehre Evaluation of Differentiated Services an Implementation under Linux <http://www.telematik.uni-karlsruhe.de/forshung/diffserv>,April1999

СЕТЬ RADIONET: ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И РЕАЛИЗАЦИИ

В.М. Вишнеvский, А.И. Ляхов, Д.Н. Мацнев, Б.Н. Терещенко, Ю.В. Целикин

Институт проблем передачи информации РАН, Большой Каретный 19, Москва, 101447, РОССИЯ

Московская городская беспроводная сеть Radionet разработана на базе сетевой технологии IEEE 802.11, которая является одним из наиболее популярных стандартов для беспроводных сетей (БС) и подключения мобильных абонентов. Основной механизм доступа в протоколе IEEE 802.11 – это Функция Распределенного Управления (DCF), которая в определенном смысле адаптивна

к трафику в БС: временные интервалы, разделяющие последовательные попытки передачи, увеличиваются с ростом интенсивности коллизий. Для снижения влияния коллизий и помех DCF также предлагает такие эффективные средства, как механизм фрагментации пакетов и метод RTS/CTS, при котором посылка данных предваряется запрашивающим фреймом RTS. В данной статье мы опи-

сываем структуру сеть Radionet и суммируем результаты проведенного моделирования ее работы с целью выработки рекомендаций по выбору значений управляющих параметров протокола, регулирующих использование фрагментации пакетов и механизма RTS/CTS.

1. ВВЕДЕНИЕ

В последние годы беспроводные сети передачи данных становятся одним из основных направлений развития сетевой индустрии. По данным ряда фирм [1], занимающихся исследованиями рынка телекоммуникаций, к 2002 году от 30 до 60 миллионов пользователей будут подключены к мировой сети посредством беспроводных линий связи, а в 2004 году по мобильной беспроводной связи к ресурсам Internet будут подключены 700 миллионов пользователей. Бурное развитие сетей этого класса в России и во всем мире, о котором многие говорят как о беспроводной революции в области сетей передачи информации, объясняется наличием целого ряда присущих им достоинств. К ним относятся:

- гибкость архитектуры сети, когда обеспечивается возможность динамического изменения топологии сети при подключении, передвижении и отключении мобильных пользователей без значительных потерь времени;
- высокая скорость передачи информации (до 11 Мбит/с);
- быстрота проектирования и реализации, что критично при жестких требованиях к времени построения сети;
- высокая степень защиты от несанкционированного доступа;
- отказ от дорогостоящей прокладки или аренды оптоволоконного или медного кабеля.

В ситуации, когда городская оптоволоконная сеть недостаточно развита (что характерно для России и большинства стран Восточной Европы), применение беспроводной технологии позволяет в кратчайшие сроки и с небольшими затратами объединить удаленные локальные сети и рабочих станций в единую сеть передачи данных и обеспечить удаленный стационарный доступ пользователей локальных сетей к Internet.

Для работы беспроводных сетей требуются специальные протоколы уровня управления доступом к среде (MAC) ввиду фундаментальных отличий от кабельной среды: отсутствует полная связность (т.е. станции могут быть скрыты друг от друга), беспроводная среда не защищена от внешних сигналов, и ее свойства по распространению сигналов асимметричны и изменчивы во времени.

Среди разработчиков локальных и городских беспроводных сетей особенно популярен протокол IEEE 802.11 [2], утвержденный в качестве международного стандарта в 1997 г., ввиду:

- возможности его использования как в локальных, так и (с применением необходимых усилителей и параболических антенн) в корпоративных и городских сетях;
- регламентации в этом стандарте методов использования широкополосного сигнала (как DSSS, так и FHSS);
- появления на мировых рынках программных и аппаратных продуктов ряда крупных фирм (таких, как CISCO Aironet, Lucent Technologies, BreezeCom и др.), регламентируемых этим стандартом.

2. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕТИ RADIONET

В Российской Федерации примерами успешной реализации беспроводных сетей на основе протокола IEEE 802.11 являются региональные сети Москвы, Обнинска и Якутска, разработанные и реализованные Институтом проблем передачи информации РАН (ИППИ РАН). Московская беспроводная сотовая сеть Radionet разработана ИППИ РАН по заказу Минпромнауки России для подключения в Интернет организаций науки и образования г. Москвы (Рис.1). Указанная сеть надежно функционирует в течение трех лет, обеспечивая доступ в Интернет порядка 60 организаций науки и образования. Учитывая тот факт, что каждая такая организация обладает локальной сетью, включающей порядка 100 компьютеров, общее количество компьютеров, подключенных в Интернет с помощью сети Radionet, составляет порядка 6000. Основным техническим средством, на котором реализована данная радиосеть, является радиомодем CISCO AIRONET, работающий по протоколу IEEE 802.11 и использующий DSSS - технологию.

Сеть имеет единый центр управления, расположенный в ИППИ РАН, который имеет лицензию Главгоссвязьнадзора России на работу радиосредств с шумоподобным сигналом в диапазоне 2,4 ГГц, являясь единственным государственным оператором в г. Москве. Базовые станции сети Radionet размещены на высотных зданиях (Кудринская пл., Президиум РАН и МГУ) и соединены между собой, а также с ИППИ РАН оптоволоконными линиями связи. В настоящее время получено разрешение Главгоссвязьнадзора России на создание еще двух базовых радиоточек, где будут размещены базовые станции, а именно -- на Остан-

линской телебашне и в РНЦ "Курчатовский институт".

В связи с возрастающим количеством абонентов радиосети в г.Москве и ограниченными возможностями подключения новых организаций по основным принципам "точка-мультиточка" и "точка-точка" для организации базовой радиоточки на Кудринской пл. (Рис.1) ИППИ РАН был предложен и использован более прогрессивный метод: секторирование ан-

тенны в сочетании с интегрированием и единым управлением мультиточек при четкой азимутальной ориентации секторных антенн. Такое решение позволило в 2-3 раза увеличить количество абонентов, а также осуществить развязку вышеуказанных антенн по направленности радиоизлучения с использованием вертикальной и горизонтальной поляризации в смежных секторах.

Московская сотовая радиомобильная сеть передачи данных для науки и образования

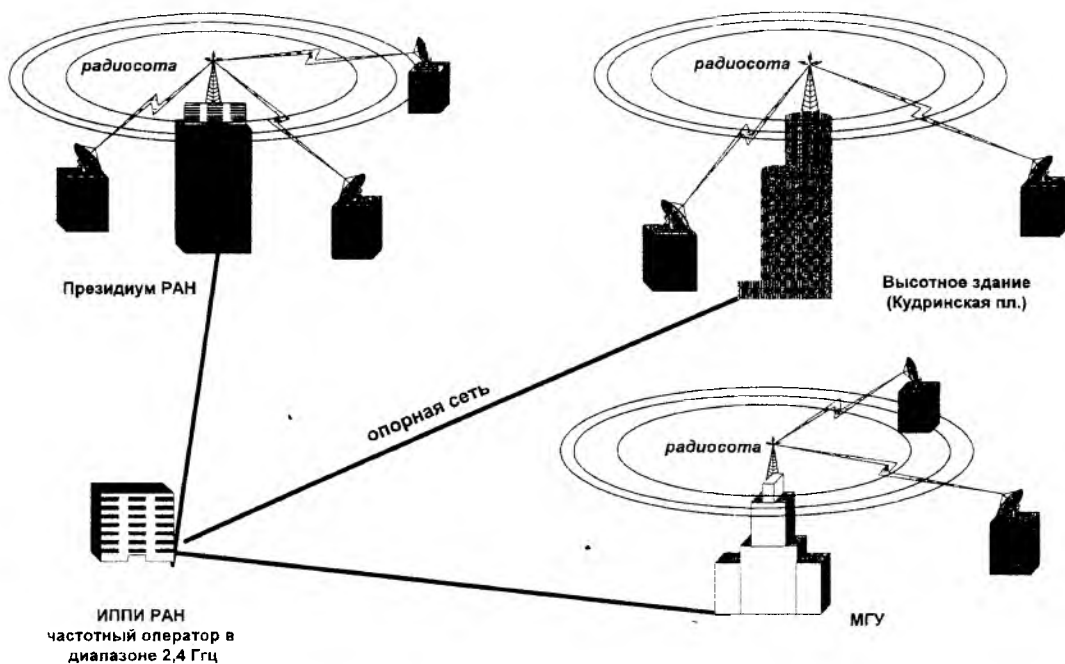


Рисунок 1. Сеть Radionet

Рассмотрим функционирование отдельной радиосоты сети на Рис.1. В терминах стандарта IEEE 802.11 сама БС, управляемая протоколом 802.11, является системой распределения для интегрируемых локальных кабельных сетей, причем оконечные станции БС – это порталы для локальных сетей, а базовая станция – точка доступа во внешнюю сеть. В отличие от локальных БС, исследуемых в работах [3-5], рассматриваемая городская БС обладает следующими свойствами.

- Все оконечные станции скрыты друг от друга и их антенны сфокусированы на базовую станцию, т.е. обмен информацией между оконечными станциями возможен только посредством базовой станции.
- Расстояния между базовой и оконечными станциями достаточно велики (несколько километров) и несимметричны.

- Интенсивность помех велика и меняется в зависимости от места расположения станции.
- Преобладает трафик "сверху-вниз", т.е. от базовой станции к оконечным станциям, так как в основном требуется информация, получаемая из внешней сети через базовую станцию.

Данные особенности городской БС не позволили использовать для оценки ее производительности методы, предложенные в [3,4] для анализа локальных БС. В связи с этим в [6-9] мы провели аналитическое и имитационное моделирование городской БС, работающей под управлением протокола 802.11 с применением Функции Распределенного Управления (DCF). Далее в данной статье мы суммируем результаты этого моделирования и предлагаем некоторые рекомендации по использованию, настройке и модификации параметров и механизмов протокола 802.11.

3. IEEE 802.11: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, НАСТРОЙКА И МОДИФИКАЦИЯ

В протоколе IEEE 802.11 схема DCF является фундаментальным механизмом доступа к беспроводной среде, реализуя метод CSMA/CA (множественный доступ с прослушиванием несущей и избеганием коллизий). Согласно этому методу последовательные попытки передачи каждой станции БЛС разделены интервалом задержки, регулируемым следующим двоичным экспоненциальным правилом. Число слотов, составляющих этот интервал, выбирается случайным образом из множества $(0, \dots, CW)$, где CW – конкурентное окно, зависящее от числа сделанных попыток передачи текущего пакета: при первой попытке передачи $CW = CW_{min}$, а при последующих попытках CW удваивается до тех пор, пока не достигнет значения CW_{max} . При этом отсчет слотов задержки станция ведет только при свободном эфире. Фактически этот механизм задержки адаптирует работу каждой станции к наблюдаемому трафику в БС: временные интервалы, разделяющие последовательные попытки передачи, увеличиваются с ростом интенсивности трафика и коллизий, и, как результат, вероятность коллизии снижается. В работах [3,10,11] предложены достаточно эффективные механизмы, надстраиваемые над механизмом задержки, с целью адаптации вероятности передачи (в начале текущего слота) к трафику сети. Поэтому в данной статье мы остановимся на других свойствах протокола 802.11.

Для снижения влияния коллизий и помех DCF также предлагает такие эффективные средства, как механизм фрагментации пакетов и метод RTS/CTS, при котором посылка данных предваряется запрашивающим фреймом RTS и получением разрешающего фрейма CTS. Эффективность метода RTS/CTS в локальных БС обусловлена в основном снижением длительности коллизии: при использовании метода RTS/CTS эта длительность примерно равна времени передачи короткого фрейма RTS, а при базовом методе доступа она определяется максимальной длиной коллизирующих фреймов данных (DATA). В городских сетях значение метода RTS/CTS резко возрастает ввиду скрытности всех оконечных станций друг от друга. Фреймы RTS и CTS содержат информацию о длительности передачи последующих фреймов DATA и ACK (подтверждения). Несмотря на то, что одна оконечная станция не слышит передачу фрейма RTS от другой оконечной станции, она тем не менее получает резервирующую информацию о последующей передаче из фрейма CTS, по-

сылаемого базовой станцией. Таким образом, в условиях городской БС применение метода RTS/CTS можно считать обязательным, по крайней мере, для оконечных станций.

Отметим также другую возможность, которая предоставляется методом RTS/CTS и которая не используется в настоящее время. Цель механизма задержки состоит в снижении вероятности коллизий. Очевидно, искажение помехами не должно приводить к увеличению конкурентного окна CW и, следовательно, среднего интервала задержки. К сожалению, станция не может распознать причину неудачной передачи пакета: коллизия или искажение помехами. Заметим однако, что вероятность искажения помехами коротких фреймов RTS и CTS существенно меньше, чем длинных фреймов DATA. Таким образом, при использовании метода RTS/CTS станция может достаточно уверенно считать, что причиной неудачной передачи фрейма RTS является коллизия, а длинного фрейма DATA – искажение помехами. Соответственно, возможна следующая модификация механизма задержки: после неудачной передачи длинного фрейма DATA конкурентное окно CW остается неизменным.

На Рис.2 приведены некоторые результаты моделирования городской БС, объединяющей 5 оконечных станций (плюс базовая станция), работающей под управлением механизма DCF с использованием метода RTS/CTS для всех станций и применяющей в качестве PHY-уровня технологию DSSS со скоростью канала 2 Мбит/с.

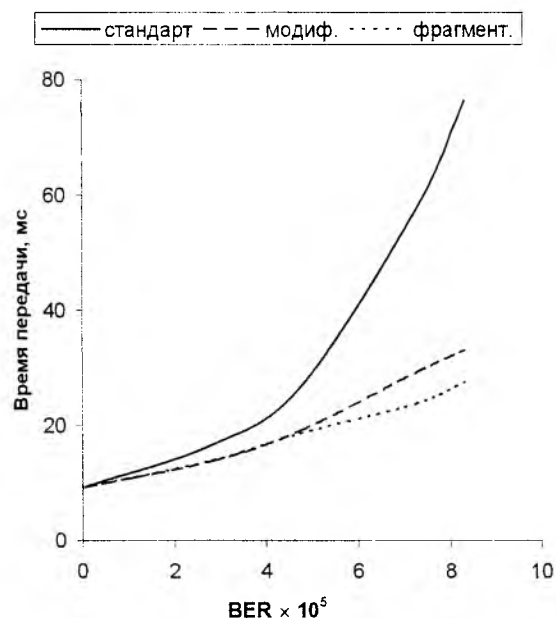


Рисунок 2. Зависимость среднего времени передачи от BER при схеме DCF

Значения параметров протокола, использованные при моделировании, получены на основе рекомендаций стандарта [IEEE] при максимальной дистанции между станциями в 30 километров. Значения среднего времени передачи (MAC delay) базовой станцией, показанные на Рис.3 в зависимости от интенсивности помех (BER), получены при следующей модели трафика: на каждую станцию поступает пуассоновский поток сообщений, разбитых на пакеты так, что длина информационной части каждого пакета сообщения, кроме последнего, равна 1518 байтам.

Интенсивность потока равна 2 сообщениям в секунду, а длина сообщения распределена экспоненциально со средним значением, равным 1518 байтам для конечных станций и 7590 байтам для базовой станции. Сплошной и штриховой линиями показаны результаты, полученные при использовании соответственно стандартного и модифицированного механизма задержки. Видно, что применение указанной модификации позволяет примерно в 2 раза снизить среднее время передачи при большой интенсивности помех.

Другим средством, позволяющим снизить влияние помех, является фрагментация пакетов, т.е. пакет, размер которого больше некоторого порога фрагментации (fragmentation threshold, F), являющегося управляемым параметром в протоколе 802.11 [2], разбивается на фрагменты, размер каждого из которых (кроме последнего) равен F . На Рис.2 пунктирной линией показана зависимость среднего времени передачи от BER, полученная в случае применения фрагментации, порог которой оптимизирован в зависимости от BER (при $BER < 1.5 \cdot 10^{-5}$ фрагментация неэффективна и поэтому не применялась). Для нахождения оптимального порога фрагментации, зависящего от BER и распределения длин пакетов мы применяли математические процедуры, разработанные в [7, 9]. Соответствующие кривые настройки, показывающие зависимость оптимального порога фрагментации от BER, даны на Рис.3 отдельно для базовой и конечных станций.

Видно, что применение фрагментации при больших BER позволяет снизить среднее время передачи почти в 3 раза по сравнению с нефрагментированной передачей.

Для оптимального использования фрагментации станция должна подсчитывать объемы информации, переданной успешно и неудачно за некоторый интервал наблюдения, причем базовая станция должна вести этот подсчет отдельно для каждого направления передачи (т.е. для каждой конечной станции). Сопоставляя эти объемы,

станция может оценивать, во-первых, текущую интенсивность помех, и во-вторых, распределение длин пакетов и затем вычислять новое значение порога фрагментации. В настоящее время в нашей сети Radionet эта процедура корректировки порога фрагментации ведется вручную время от времени, но в будущем мы планируем автоматически корректировку, например, перед передачей очередного длинного пакета.

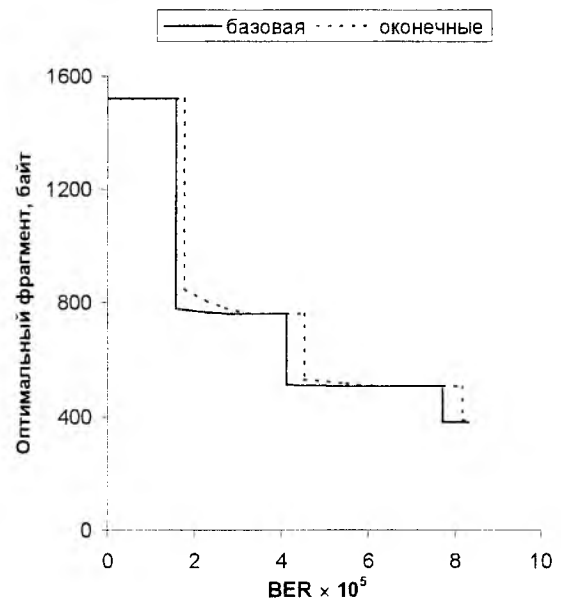


Рисунок 3. Кривые настройки оптимального порога фрагментации для базовой и конечных станций

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой статье мы описали наш опыт по использованию сетевой технологии IEEE 802.11 для создания Московской городской беспроводной сети Radionet, где сама беспроводная сеть играет роль системы распределения для интегрируемых локальных кабельных сетей. В процессе разработки и реализации сети Radionet были разработаны эффективные методы оценки ее производительности, что позволило провести множество экспериментов с целью оптимальной настройки управляющих параметров протокола. Основываясь на результатах этих экспериментов, мы предложили в данной статье некоторые рекомендации по использованию фрагментации пакетов и механизма RTS/CTS.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] S. Saunders, P. Heywood, A. Dornan, L. Bruno, L. Allen, "Wireless IP: Ready or Not, Here it Comes",

- Data Communications, no. 9, September 1999, pp.42-68.
- [2]. IEEE Standard 802.11. Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications. IEEE Press, November 1997.
- [3]. G. Bianchi, "Performance Analysis of the IEEE 802.11 Distributed Coordination Function", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 18, no. 3, March 2000, pp.535-547.
- [4]. F. Cali, M. Conti, E. Gregory, "IEEE 802.11 Wireless LAN: Capacity Analysis and Protocol Enhancement", Proc. of INFOCOM'98, S. Francisco, March 29 -- April 2, 1998, pp.142-149.
- [5]. J. Weinmiller, M. Schlager, A. Festag, A. Wolisz, "Performance Study of Access Control in Wireless LANs – IEEE 802.11 DFWMAC and ETSI RES 10 HIPERLAN", {em Mobile Networks and Applications}, Vol. 2, no. 1, 1997, pp. 55-76.
- [6]. Вишневский В.М., Ляхов А.И., Терещенко Б.Н. Моделирование беспроводных сетей с децентрализованным управлением // Автоматика и телемеханика, № 6, 1999, с.88-99.
- [7]. Вишневский В.М., Ляхов А.И. Беспроводные сети передачи данных: состояние, проблемы, моделирование // Межд.конф. по проблемам управления (29 июня - 2 июля 1999 г.): Сб. пленарных докл. М.: Фонд "Проблемы управления", 1999. С.154-171.
- [8]. Вишневский В.М., Ляхов А.И. Оценка производительности беспроводной сети в условиях помех // Автоматика и телемеханика, № 12, 2000, с.87-103.
- [9]. Вишневский В.М., Ляхов А.И., Терещенко Б.Н., В.М. Воробьев, И.Н. Астафьева, Ю.В. Целикин, Г.Ф. Гайкович, Д.Н. Машнев. Региональные беспроводные сети передачи данных на базе протокола RADIO-ETHERNET: состояние, моделирование, примеры реализации // Информационные процессы, том 1, № 1, 2001, с. 10-32. (<http://www.iip.ru>)
- [10]. L. Bononi, M. Conti, L. Donatiello, "Design and Performance Evaluation of Distributed Contention Control (DCC) Mechanism for IEEE 802.11 Wireless Local Area Network", Journal of Parallel and Distributed Computing, Vol. 60, no. 4. April 2000.
- [11]. J. Weinmiller, H. Woesner, A. Wolisz, "Analyzing and Tuning the Distributed Coordination Function in the IEEE 802.11 DFWMAC Draft Standard", In International Workshop on Modelling MASCOT '96, Analysis and Simulation of Computer and Telecommunication Systems, San Jose, California, February 1996.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭКСПЕРТНОЙ ЮРИДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ОБЛАСТИ ЖИЛИЩНОГО ПРАВА

А.И. Малышев

Институт проблем управления, Российская академия наук, ул. Профсоюзная, 65, Москва, 117997, РОССИЯ, тел. (095) 334-88-91, aimal@cityline.ru

АННОТАЦИЯ

Предложена концепция разработки экспертной юридической системы решения задач в области жилищного права. Выделены критерии практической применимости системы, определены требования, которым должна соответствовать система. Сформулированы основные принципы построения системы.

1. ВВЕДЕНИЕ

Под экспертной юридической системой (далее по тексту – ЭЮС) будем понимать прикладную интеллектуальную компьютерную систему поддержки принятия юридических решений путем моделирования юридических рассуждений. ЭЮС предназначены для решения сложных юридических задач, обычно требующих привлечения высококвалифицированных специалистов - экспертов [1]. В отличие от других компьютерных систем, используемых для информационного обеспечения юридической деятельности, прежде всего, справочно-

правовых систем, результатом работы экспертных юридических систем является не набор нормативно-правовых актов, а решение задачи, ее объяснение и обоснование. Особенностью архитектуры экспертных систем является то, что их важнейшей составной частью является база знаний, которая представляет собой систему выраженных на некотором формальном языке знаний, необходимых для решения задач проблемной области.

Под юридическими задачами будем понимать задачи юридического анализа ситуаций, определения прав и обязанностей участников правоотношений (правового статуса), и выдачи рекомендаций по достижению определенных пользователем целей. Решение юридических задач обычно требует глубоких познаний в области права.

Интересной и перспективной задачей представляется разработка и реализация ЭЮС решения задач в области жилищного права. Это обусловлено следующими причинами. Во-первых, в настоящее время не известны ЭЮС,