

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий

институт

Вычислительная техника

кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ О.В. Непомнящий
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2018 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Разработка и моделирование подсистем "Умный дом"
Тема

09.04.01 Информатика и вычислительная техника
код и наименование направления

09.04.01.04 Технология разработки программного обеспечения
код и наименование магистерской программы

Научный
руководитель

подпись, дата

доцент, канд. техн. наук
должность, ученая степень

В.Г. Середкин
инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

Н.В. Слепченко
инициалы, фамилия

Рецензент

подпись, дата

должность, ученая степень

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

В.И. Иванов
инициалы, фамилия

Красноярск 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Аналитическая часть.....	6
1.1 Технологии «Умного дома» способы управления в нем.....	6
1.1.1 Управление умным домом используя сенсорную панель управления.....	7
1.1.2 Управление умным домом пультом дистанционного управления.....	9
1.1.3 Управление умным домом с использованием компьютера.....	10
1.1.4 Управление умным домом с мобильного телефона.....	10
1.2 Технологии в наше время.....	11
1.3 Концепции и стандарты.....	12
1.4 Спецификация управления профилями и ее недостатки.....	17
1.5 Постановка задачи.....	19
1.6 Выводы.....	22
2 Методика синтеза компромиссного профиля.....	23
2.1 Выделение этапов работы системы.....	23
2.2 Модельное обеспечение.....	25
2.2.1 Факторы воздействующие на человека в системе «Умный дом».....	25
2.2.2 Модель предпочтений пользователя в системе «Умный дом».....	31
2.2.3 Модель дома.....	34
2.2.4 Модель ситуации.....	36
2.2.5 Дерево принятия решений.....	38
2.3 Методика синтеза.....	43
2.4 Методика оценки эффективности системы «Умный дом».....	43
2.5 Выводы.....	47
3 Апробация системы.....	49
3.1 Имитационная модель работы системы «Умный дом».....	49
3.2 Эксперимент на имитаторе.....	54
3.3 Обработка результатов.....	56
3.4 Выводы.....	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	61

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	62
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	70

ВВЕДЕНИЕ

Дистанционный контроль и управление жилым помещением, услышав такие слова мы представляем себе некий прибор для управления домом не находясь в нем. Сейчас мы все чаще слышим термин "Умный дом".

«Умный дом» – это жилое помещение современного типа, организованное для проживания людей с использованием новейших устройств автоматизации. Под «умным» домом мы обычно понимаем систему, обеспечивающую безопасность, комфорт и ресурсосбережение для всех пользователей.

Изначально «Умный дом» не предполагает наличие в системе интеллектуального управления помещением (с английского слово smart в данном случае понимается, как удобный). Управление системой производится по профилям с приоритетами или в ручном режиме.

С развитием искусственного интеллекта и расширением функционала оборудования и систем, «интеллектуальное» управление помещением становится реализуемым и скорее, более, практичным. При котором система «умный дом» – это «мыслящее здание», которое самостоятельно принимает решения при меняющихся обстоятельствах.

Целью диссертационного исследования является разработка и моделирование подсистем «Умный дом», обеспечивающая компромисс между комфортом и безопасностью пользователей в системе.

Для достижения указанной цели в работе будут решены следующие задачи:

- Исследована предметная область;
- Составлена комплексная модель обстановки в «Умном доме» и сформирована база знаний;
- Разработан метод управления профилями, а так же синтезирования компромиссного профиля;

- Произведена имитация жилого помещения.

В первой главе осуществляется анализ предметной области. Приведены общие сведения о технологии «Умный дом» и управление в ней. Более подробно рассмотрена спецификация управления профилями и ее недостатки.

Во второй главе описываются компоненты входящие в базу знаний и метод синтеза компромиссного профиля.

В третьей главе описывается создание интеллектуальной системы управления, на основе разработанного метода для технологии «Умный дом».

На основе результатов, показана эффективность применения данной методики.

1 Аналитическая часть

1.1 Технологии «Умного дома» способы управления в нем

История умного дома началась еще в XIX столетии при создании первых систем жизнеобеспечения. Все существующие на сегодняшний день технологии основываются на разработках, которые были созданы на рубеже XX столетия. Эти технологии медленно видоизменялись по мере продвижения вперед технического прогресса. Оснащение дома необходимым техническим оборудованием привело к современному виду жилого дома: кухня со встроенным оборудованием, включая газовую или электрическую плиту и холодильник, ванная и туалет с современной сантехникой и т.д. Дальнейшее усовершенствование домашнего оборудования привело к внедрению в обиход телефона, радио и телевидения. Этот процесс протекал одновременно с созданием проектов будущего жилья с принципиальной переменной представлением о нем [1].

Термин «умный дом» возник от английского *intelligent building*. Понимая под этим рациональное использование агрегата «дом», не затрагивая понятие «машина».

При этом акцентирование производится на интерактивность. Эта интерактивная система состоит в наши дни из нескольких различных сетей: электросеть, телефонная и телевизионная, интернет сети. Уже сейчас производится объединение сетей, создавая оптимальный интерфейс между сетью и конечным устройством и, главное, интерфейс между человеком и машиной в виде графического пользовательского интерфейса, сенсорного экрана или идентификации голоса или жеста.

Основные функции умного дома включают в себя управление следующими системами:

- Инфраструктура жизнеобеспечения (освещенность, отопление, микроклимат);
- Безопасность (датчики движения, сигнализация, блокировка окон и дверей, имитация присутствия, оповещение об аварийных ситуациях в доме);
- Бытовая техника (телевизор, холодильник, чайник/кофеварка, поддерживающие функции контроля и управления через интернет);
- Энергетика (контроль альтернативных источников энергии);
- Обслуживание (опрос работоспособности автоматизированных приборов, отдельных элементов «Умный дом», сообщения о неисправностях (отправка сообщений и писем), мониторинг и управление (взаимодействие через интернет).

Рассмотрим некоторые из видов управления. Первый вид представляет собой управление по профилям жильцов, имеющих различный приоритет или же в ручном режиме.

1.1.1 Управление умным домом используя сенсорную панель управления

Сенсорная панель управления – один из самых простых способов управления умным домом. Сенсорная панель представлена на рисунке 1, снабжена небольшим жидкокристаллическим дисплеем, используя который можно активировать все необходимые коммуникационные системы, а также запрограммировать их работу. Сенсорная панель может быть цветной или монохромной, ее внешний вид напоминает интерфейс современных операционных систем, поэтому сложностей с ее использованием обычно не возникает [2].



Рисунок 1 – Сенсорная панель

Для того чтобы начать работу с сенсорной панелью необходимо выбрать окно с кнопками (элементами) управления. Далее осуществляется переключение между разделами и настройка интерфейса в соответствии с пользовательскими предпочтениями. Также существует возможность управления, как опциональными группами (отопление и освещение), так и всем помещением.

Возможна настройка интерфейса сенсорной панели, для отображения полной информации о состоянии всех систем, расположив ее на рабочем столе с быстрым вызовом необходимого окна. Одной из немаловажных функций сенсорной панели является «защита от детей», предотвращающая незапланированные и нежелательные события.

1.1.2 Управление умным домом пультом дистанционного управления

Для того чтобы управлять умным домом с помощью дистанционного пульта управления, представленного на рисунке 2, необходимо подключить все системы к радиовыключателю. Обычно пульт дистанционного управления имеет 16 каналов. При этом к каждому из них можно подключить одно либо несколько устройств, за счет чего отпадает необходимость использовать свой пульт для каждого конкретного устройства отдельно. В данном случае все системы управляются при помощи одного единственного пульта дистанционного управления [3].



Рисунок 2 – Пульт дистанционного управления

Пульт дистанционного управления оснащен таймером, позволяющим запрограммировать работу устройств по таймеру, включение и/или выключение в определенное время. Однако, здесь необходимо знать, что действия производимые с пульта дистанционного управления, в отличие от сенсорной панели, нельзя настроить на несколько дней вперед. К тому же пульт является столь наглядным примером, как панель.

1.1.3 Управление умным домом с использованием компьютера

Умным домом, возможно управлять используя компьютер, ноутбук и планшет, выполняющий роль сервера. Вследствие пользователь получает возможность управлять своим домом дистанционно.

Осуществление такого типа управления требует подключение компьютера к системе управления по беспроводным или проводным каналам передачи данных. Таким образом, выполняются любые действия, доступные с сенсорной панели. Более того, управление домом становится возможным на расстоянии, используя web-приложение или облачный сервис, например MQTT.

1.1.4 Управление умным домом с мобильного телефона

Современные мобильные телефоны и смартфоны представлены на рисунке 3 в большинстве случаев поддерживают WAP-технологии и GPRS коммуникации. Для управления системой умный дом можно использовать обмен сообщениями, E-mail или браузер мобильного телефона, получая, таким образом, разнообразную информацию из своего дома, например, изображения web-камер или сообщения противопожарных, охранных и других датчиков о нестандартной ситуации [4].

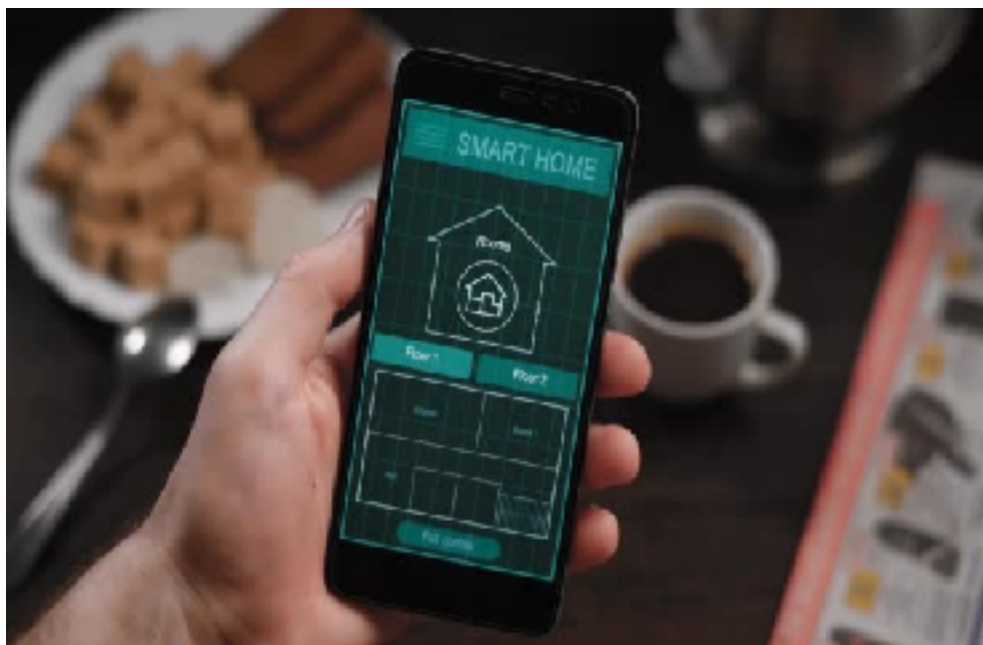


Рисунок 3 – Смартфон

1.2 Технологии в наше время

Технология управления «Умным домом», используемая в настоящее время – система управляемая профилями жильцов, имеющих различный приоритет, или в ручном режиме при использовании различных устройств. Пользователь выбирается автоматически, либо по требованию. Система его распознает и по максимальному приоритету настраивается оборудование.

Второй вид управления на базе системы искусственного интеллекта.

Сущность концепции «Умного дома» заключается в формировании и поддержке того окружения человека, которое являлось удобным, безопасным, ресурсоэффективным и, по возможности, экономически выгодным. Для этих целей в проект помещения или в существующее помещение внедряются высокотехнологичные решения на базе электроники, линий передач данных и систем датчиков. Исходя из того, что спектр решаемых задач для каждого заказчика может существенно различаться, то развертывание систем «Умного дома» осуществляется по принципу модульной технологии с централизованным (Homeputer) или децентрализованным (EIB, LON)

управлением [5]. В качестве примера можно привести некоторые многофункциональные контроллеры, интегрирующиеся в систему передачи сигналов (совмещенную с сетевыми каналами по технологии powerline) и осуществляющие управление/мониторинг активными (устройствами, сервоприводами) и пассивными (датчиками) элементами «Умного дома». Описанные устройства управления прошли многократные внедрения и являются надежными, сертифицированными инструментами реализации системы «Умного дома». Но их применение связано с некоторыми ограничениями, которые не позволяют полноценно воспользоваться преимуществом концепции «Умного дома».

Рассмотрим эти ограничения:

- жесткие стандартизации интерфейсов устройств управления;
- ограниченное число устройств, совместимых без доработки с приведенными системами управления;
- жесткие стандартизации протоколов обмена данными в устройствах управления;
- ограничения, связанные с интегрированными в устройства управления элементами памяти (как ROM, так и RAM);
- сложность в развертывании и настройке, связанные с привлечением фирм, специализирующихся на продвижении подобных систем;
- существенная стоимость любых компонентов системы (от контроллеров до соединительных кабелей);
- примитивная возможность интеллектуального управления.

1.3 Концепции и стандарты

В настоящее время существуют разные концепции и стандарты для управления «Умным домом».

Инсталляционная шина EIB (EuropeanInstallationBus - «Европейская инсталляционная шина»), KNX (стандарт EN 50090 – EN 13321-1) [6].

Европейская инсталляционная шина на сегодняшний день представляет собой практический инструмент для освоения современного электроустановочного оборудования. Современные жилые и офисные здания должны соответствовать требованиям максимального комфорта, скорости изменения режимов, возможности интеллектуальной связи оборудования при минимальных и энергетических затратах.

EIB – доступная и стандартизированная система шин. Включающая в себя управляющие сенсоры и исполнительные элементы. Поэтому система EIB также называется системой распределенного интеллекта. Она не нуждается в центральном управляющем устройстве, так как каждый элемент системы наделен собственным интеллектом (микропроцессором).

Характеристики: назначение – автоматизация строений; скорость передачи данных – от 9600 бит/с.; управление – децентрализованное; перепрограммируемая; расширяемая; стандартизированная; производитель – ассоциация KNX.

Управление EIB: через ПК, программатор, Интернет, пульт и/или телефон. Стандарт ISO / IEC 14543 .

Шина LON, или локальная операционная сеть изначально создавалась как общий универсальный инструмент распределенной автоматизации. Технология применяется в различных областях, таких как области процессов автоматизации, автоматические системы управления летательными аппаратами и судами плавания, систем коммуникаций. Другой важной областью применения системы LON является автоматизация зданий. Система применяется в основном для целевого строительства, при строительстве частных домов она почти не используется.

Характеристики: назначение – промышленная и транспортная автоматизация; децентрализованное управление; перепрограммируемая;

расширяемая; базовая программируемая логическая интегральная схема – Neuron Chip; производитель – ассоциация Cypress.

Сеть Homeputer создана служить для частных жилых зданий. Система Homeputer, в основе которой лежит принцип централизованного управления, открывает совершенно новые возможности для связи бытового оборудования с обеспечением домашнего комфорта. Сеть программируется пользователем с использованием персонального компьютера согласно инструкции на немецком языке. Центральный интеллект соединяет друг с другом все подключаемые устройства. Персональный компьютер в данном режиме может оставаться отключенным, однако в случае необходимости он отображает все действия на графической поверхности и осуществляет управление, при этом все действия документируются и архивируются.

Характеристики: назначение – автоматизация жилых помещений; управление – централизованное; перепрограммируемая только с персонального компьютера; расширяемая; производитель – Contronics.

Шина LCN (Local Control Network) является шиной мультимастером и функционирует по принципу шин EIB и LON, где каждый компонент принимает самостоятельное участие в обмене данными. Центральное устройство при этом не требуется. Однако между LCN и другими шинными системами существует концептуальное отличие. Согласно данным производителя, система LCN удовлетворяет потребностям клиентов при строительстве, как частных домов, так и крупных промышленных объектов.

Характеристики: назначение – автоматизация помещений средних масштабов; управление – децентрализованное; перепрограммируемая с микрокомпьютера набором команд; расширяемая.

Z – шина. Характеристики: назначение – помещения и бытовые приборы; управление – децентрализованное; перепрограммируемая только с персонального компьютера; расширяемая; производитель – Zimmerman. Значительно дешевле описанных ранее.

Шинная система PNC (Pehahousecontrol) – это собственная разработка фирмы Peha Paul Hochkepper GmbH и CoKG. Система, взявшая за основу принципы центрального интеллекта и управления программируемой памяти. Главным достоинством системы, по данным производителя, является легкость в использовании и несложное программирование системы. На каждую подсистему PNC приходится 640 узлов данных, что для обычного SmartHome, как правило, является вполне достаточным. В общем же система PNC может объединить в себе четыре подсистемы, следовательно, 2560 узлов данных.

Характеристики: назначение – автоматизация жилых помещений; управление – централизованное; перепрограммируемая с блока управления; расширяемая; производитель: PehaPaulHochkepperGmbH и CoKG.

Беспроводные системы имеют неоспоримые преимущества, поскольку они позволяют установить систему без прокладки шинного кабеля и избежать сложных инсталляций. Используя современные многоканальные радиосистемы, появляется возможность значительно снизить чувствительность к помехам, возникающим из-за воздействия электромагнитного поля, благодаря двусторонней передаче данных. Однако эта система является незащищенной, и ее работа может быть парализована путем постановки широкополосной помехи. Такие «атаки» на практике еще не наблюдалась, однако в этом случае система незамедлительно сигнализирует о тревоге.

Характеристики: рабочие частоты – 868-870 МГц; каналы передачи – радиоканал; инфракрасный диапазон. Представители: EIB (децентрализованное управление), Vaitronic (централизованное управление).

Концепция Powerline в «Умном доме», чья задача – передача информационно-управляющих сигналов через обычную силовую сеть. Характеристики: напряжение – 220-230В; технология – наложение

высокочастотного информационного сигнала на несущую; регламентируется стандартом EN 50065-1.

Konnex – стандарт под рабочим названием «Convergence» в целях разработки единого европейского стандарта в области инженерных систем здания вступили в сотрудничество три европейские организации – EIBA, BatiBusClub и EHS.

S-Mode (SystemConfiguration) – системы конфигурации оборудования (EIBA). Такие системы обеспечивают функциональность, как маленькой, так и огромной структуры. Благодаря принципу работы модульного оборудования и инструментам программного обеспечения достигается высокая гибкость систем. EIB занимает лидирующую позицию на европейском рынке.

E-Mode (EasyConfiguration) – режимы работы по умолчанию (BatiBus). Компоненты системы E-Mode предварительно запрограммированы через задание адреса без участия программного обеспечения ETS. Гибкость такой системы является ограниченной.

A-Mode (AutomaticConfiguration) – электронные потребительские приборы (EHS) [6].

Не смотря на присутствие на рынке большого перечня средств автоматизации, которые направлены на реализацию концепций «Умного дома», постоянно требуется повышение ее эффективности: внедрение новых программно-аппаратных решений, использование современных и новейших материалов, развитие новых функциональных возможностей. Особенно остро данные проблемы стоят в самой сути технологии: от удобства необходимо переходить к настоящей интеллектуальности, которая реализовала бы адаптивную самоорганизующуюся среду вокруг человека.

1.4 Спецификация управления профилями и ее недостатки

Существующий традиционный подход к проектированию «умного дома» базируется на профильном управлении.

Под профилем в работе представляется набор индивидуальных настроек, определяющий в каких пределах поддерживать те или иные параметры, в зависимости от статуса (имеющий профиль или не имеющий его, принадлежащий уязвимым категориям или нет).

Первоначально создается несколько профилей под каждого пользователя, определяющие в каких пределах поддерживать те или иные параметры (температура воздуха, вентиляция, освещение и т.д.). В процессе эксплуатации каждый пользователь такой системы вынужден вручную перенастраивать свой профиль или довольствоваться параметрами микроклимата приоритетного профиля. Пока в отдельно взятой комнате находится один человек или нет уязвимых категорий людей, такое управление оправдывает себя. Но оно не делает систему гибкой, когда в присутствии нескольких человек необходимо искать компромисс между комфортом и безопасностью.

Безопасность людей (не только жильцов «Умного дома» с настроенными профилями) – это важный фактор, учет которого не терпит «формального» подхода. Он определяет то, как система должна реагировать на присутствие определенных уязвимых категорий людей: младенцы, дети дошкольного возраста, беременные женщины, люди с ограниченными возможностями и т.п. Для них существуют специфические ограничения, независимо от помещения и уже находящихся там людей.

Предположим настроено управление температурой воздуха в детской и управление вентиляцией таким образом, чтобы использовать максимально естественный приток воздуха, т.е. система банально открывает окно, если в комнате слишком жарко при этом по какой-то predetermined формуле

регулирует степень открытия от температуры на улице. С виду все хорошо, мы получаем комфортную температуру в помещении. Но если около вашего окна в это время стоит грузовик со включенным двигателем, то вы получите комфортную температуру, состав воздуха будет мало пригоден для «жизни», как и уровень шума может легко превысить допустимые ограничения. В такой момент система должна будет учесть все имеющиеся факторы и принять решение, предположим, наоборот, о закрытии всех окон и включении приточной вентиляции.

Следовательно у нас появляется фактор шума, который может зависеть как от внешних факторов в самом простом варианте – это шум на улице, так и от внутренних – громкость музыки. И влиять на него мы можем по-разному. Может достаточно просто закрыть окно, или необходимо ограничить уровень громкости в музыкальном центре или вообще ничего не делать, если это ни на кого не влияет или не противоречит воле хозяина.

Состав воздуха – важный фактор, зависящий от многих моментов. На него может оказать влияние и загазованность на улице и сгоревшая яичница на кухне. Если проблема на кухне, то желательно направить потоки воздуха так, чтобы дым не распространялся по комнатам.

Температура воздуха и скорость его движения – два сильно связанных фактора в области создания комфортной обстановки, т.к. жизнедеятельность человека сопровождается непрерывным выделением теплоты в окружающую среду. Ее количество зависит от степени физического напряжения в определенных климатических условиях. Теплоотдача организма человека определяется температурой окружающего воздуха и предметов, скоростью движения и относительной влажностью воздуха. Для того, чтобы физиологические процессы в организме протекали нормально, выделяемая организмом теплота должна полностью отводиться в окружающую среду. Нарушение теплового баланса может привести к перегреву либо к переохлаждению организма. Это можно оценить, зная температуру кожи

человека. Если человек активно занимается спортом в помещении – необходимо обеспечить комфортные условия, отличные от тех, когда человек просто сидит на диване.

Таких ситуаций может быть много и основной смысл их описания в том, что мы не можем просто создать несколько простых профилей управления, для обеспечения комфортной обстановки. Нам придется постоянно подстраивать и перестраивать такую систему каждый раз под каждую конкретную ситуацию.

Уже на примере мы видим сразу несколько связанных факторов, при этом такие факторы не детерминированы, а влияют по неизвестному закону, и учесть все возможные ситуации методом простых профилей не возможно.

Проведенный анализ показал, что для решения таких задач система, должна быть гибкой и в присутствии нескольких человек могла искать компромисс между комфортом и безопасностью. Появляется необходимость в единой базе знаний о безопасности и комфорте, абстрагированной от конкретного человека.

1.5 Постановка задачи

Современная система «Умного дома» должна уметь принимать решения в каждой конкретной ситуации и подстраиваться под жильцов и прочих посетителей, находя компромисс (учитывая приоритеты профилей и ограничения).

Целью диссертационного исследования является разработка и моделирование подсистем «Умного дома», которая обеспечила бы компромисс между комфортом и безопасностью пользователей в системе «Умный дом».

Для достижения указанной цели в работе будут решены следующие задачи:

- Составлена комплексная модель обстановки в «Умном доме» и сформирована база знаний;
- Разработана методика динамического синтеза компромиссного пользовательского профиля;
- Апробирована методика на программном имитаторе.

Для решения задач, в работе будут использованы существующие методы:

- ИИ (искусственный интеллект) - научное направление в информатике, специализирующиеся на моделировании интеллектуальных способностей живых организмов с помощью вычислительных устройств [7];
- экспертные системы (сложный программный комплекс, который использует человеческие знания и логику эксперта, для обеспечения высокоэффективного решения задач в некоторой узкой предметной области). Основу экспертных систем (ЭС) составляет база знаний (БЗ) о предметной области, которая накапливается в процессе построения и эксплуатации ЭС. База знаний - это специальным образом организованные знания, пригодные для дальнейшего анализа в экспертной системе;
- метод нечеткой логики (метод позволяющий осуществлять перевод количественных переменных в качественные). Обычно функции классифицируются по таким группам: «очень малые», «малые», «средние», «большие» и «очень большие». Затем определяется, сколько строк кода в среднем требует очень малая функция, сколько — малая и т.д. [8].
- ТПР (теория принятия решений) – это область исследования, вовлекающая понятия и методы математики, статистик и психологии с целью изучения закономерностей выбора людьми

путей решения разного рода задач, а также способов поиска наиболее выгодных из возможных решений [9];

- Математическое моделирование - это средство изучения реального объекта, процесса или системы путем их замены математической моделью, более удобной для экспериментального исследования с помощью электронно-вычислительных машин (ЭВМ).

Математическая модель является приближенным представлением реальных объектов, процессов или систем, выраженным в математических терминах и сохраняющим существенные черты оригинала. Математические модели в количественной форме, с помощью логико-математических конструкций, описывают основные свойства объекта, процесса или системы, его параметры, внутренние и внешние связи. Оно бывает аналитическим, имитационным и комбинированным. В данном исследовании мы остановимся на имитационном моделировании. Имитационное моделирование (англ. simulation) – это разновидность экспериментального моделирования, реализуемого с помощью математических методов, компьютерных программ и технологий программирования, позволяющих на аналоге реального объекта (модели) осуществить целенаправленное исследование сложного процесса путем имитации его действия средствами ЭВМ. В диссертационной работе были приняты некоторые ограничения и допущения. Например, задача распознавания образов в данной работе не рассматривается и мы полагаем, что система безошибочно определяет людей и их статус. Особое внимание в исследовании будет сделано на рассмотрение аспекта безопасности в «Умном доме».

1.6 Выводы

В первой главе был произведен сбор и анализ информации о концепции «Умного дома» и об особенностях технологии и способах управления в нем. Концепция SmartHome («Умный дом») – один из базовых подходов комплексной автоматизации повседневного окружения человека. Главной целью этой концепции является повышение удобства и комфорта.

Система управляется «Умным домом» и осуществляется автоматически по профилям жильцов, имеющих индивидуальные настройки и различный приоритет, или в «ручном» режиме при помощи пульта. Но профильное управление не может реализовать гибкую подстройку параметров оборудования в «Умном доме», не имея собственного интеллектуального модуля, создавая риски навредить отдельным категориям граждан, которые ситуационно появляются в контуре управления.

Опираясь на вышеизложенный материал, была поставлена цель исследования – создание интеллектуальной системы управления УД, способной реагировать и принимать адекватные решения в условиях неопределенного стечения обстоятельств.

Методическое и технологическое обеспечение процесса управления настройками системы «Умного дома» должно опираться на формирование динамического (ситуационного) профиля режимов работы активного оборудования.

2 Методика синтеза компромиссного профиля

2.1 Выделение этапов работы системы

«Умный дом» при конфликте целей – возникновение ситуации, когда запросы к системе «Умного дома» от различных людей, находящихся в помещении, начинают входить в противоречие, что приводит к появлению конфликта, требующего разумного разрешения.

Конфликт – высшая степень развития разногласий в системе отношений людей, социальных групп, социальных институтов, общества в целом, характеризующаяся противоборством, приводящим к устранению этих противоречий [10]. При этом под конфликтом в контексте нашей работы мы будем понимать процесс, в котором возникают противоречия настроек между интересами/ограничениями присутствующих в помещении людей.

Компромисс – принятие точки зрения другой стороны, но в некоторой степени [11]. Под компромиссом нами подразумевается выбор таких настроек профиля, которые приемлемы для всех сторон, но сосредоточен на ограничениях (безопасности), а не на личных потребностях.

Синтез – процесс соединения или объединения ранее разрозненных понятий в целое или набор [12].

Пользовательский профиль – набор индивидуальных настроек пользователя, определяющий в каких пределах поддерживать те или иные параметры оборудования, то есть устройств «Умного дома».

Компромиссный пользовательский профиль – профиль, настройки которого определены с учётом предпочтений и потребностей различных пользователей.

Динамический синтез профиля – синтез профиля, опирающийся на ситуационную обстановку. Технология реализации динамического синтеза

профиля интеллектуальным ядром системы «Умного дома» должна быть осуществлена за 4 основных этапа:

- Выявление всех присутствующих в помещении людей и их статуса (имеющие профиль или не имеющие его, принадлежащие уязвимым категориям или нет);
- Инициализация нового профиля, не имеющего настроек, потенциально неприемлемых для присутствующих в помещении людей;
- Синтез настроек «Умного дома» через процедуру разрешения конфликта;
- Применение настроек для текущего помещения до того момента, пока не будет изменён состав присутствующих в помещении.

Для того чтобы реализовать третий этап разработаем базу знаний, которая станет основой экспертного управления настройками активного оборудования в составе интеллектуального ядра системы «Умного дома».

Структуру базы знаний «Умного дома» можно представить в виде совокупности следующих компонент:

- Модель дома, которая состоит из плана дома и его состава (виды оборудования);
- Модель предпочтений пользователя, которая включает в себя категории людей, имеющих предпочтения и ограничения по определенным факторам воздействия на них;
- Модель ситуации (кто из семьи или гостей, в какой комнате находится и у кого какие профили есть);
- Дерево принятия решений.

2.2 Модельное обеспечение

2.2.1 Факторы воздействующие на человека в системе «Умный дом»

Аспекты, охватываемые базой знаний, предполагают анализ и управление уровнем громкости систем мультимедиа (домашний кинотеатр, усилительные колонки, телевизор и пр.), уровнем освещения (основные и вспомогательные осветительные приборы), температурой системы водоснабжения, активностью точек доступа к электрическим сетям (розетки), интенсивностью отопления, интенсивностью и температурой системы кондиционирования и вентиляции. Рассмотрим каждый аспект подробнее.

Температура – физическая величина, характеризующая термодинамическую систему и количественно выражающая интуитивное понятие о различной степени нагретости тел. Живые существа способны воспринимать ощущения тепла и холода непосредственно, с помощью органов чувств [13].

Однако точное определение температуры требует, чтобы температура измерялась объективно, с помощью приборов. Такие приборы называются термометрами и измеряют так называемую эмпирическую температуру. В эмпирической шкале температур устанавливаются две реперные точки и число делений между ними – так были введены используемые сейчас шкалы Цельсия, Фаренгейта и другие. Измеряемая в кельвинах абсолютная температура вводится по одной реперной точке с учётом того, что в природе существует минимальное предельное значение температуры – абсолютный ноль. Верхнее значение температуры ограничено планковской температурой.

Существующий стандарт «ГОСТ 30494-96 межгосударственный стандарт здания жилые и общественные параметры микроклимата в помещениях» устанавливает параметры микроклимата обслуживаемой зоны

помещений жилых, общественных, административных и бытовых зданий. Стандарт устанавливает общие требования к оптимальным и допустимым показателям микроклимата и методы контроля. В жилом помещении оптимальная в холодное время температура 20-22 по Цельсию, влажность 45-30%, предельно допустимая – 18-24°C, влажность не более 60% в теплое - соответственно 22-25°C (20-28°C) и влажность 60-30%(мах допустима до 65%)

Вентиляция – процесс удаления отработанного воздуха из помещения и замена его наружным [14]. В необходимых случаях при этом проводится: кондиционирование воздуха, фильтрация, подогрев или охлаждение, увлажнение или осушение, ионизация и т.д.

Вентиляция обеспечивает санитарно-гигиенические условия (температуру, относительную влажность, скорость движения воздуха и чистоту воздуха) воздушной среды в помещении, благоприятные для здоровья и самочувствия человека, отвечающие требованиям санитарных норм, технологических процессов, строительных конструкций зданий, технологий хранения и т.д.

Основное назначение вентиляции – борьба с вредными выделениями в помещении. К вредным выделениям относятся:

- избыточное тепло;
- избыточная влага;
- различные газы и пары вредных веществ;
- ПЫЛЬ.

Вентиляционная система – совокупность устройств для обработки, транспортирования, подачи и удаления воздуха. Системы вентиляции классифицируются по следующим признакам:

- По способу создания давления и перемещения воздуха: с естественным и искусственным (механическим) побуждением;
- По назначению: приточные и вытяжные;

- По способу организации воздухообмена: общеобменные, местные, аварийные, противодымные;
- По конструктивному исполнению: канальные и бесканальные.

Растёт вентиляции производится с помощью следующих параметров: производительность по воздуху ($\text{м}^3/\text{ч}$), рабочее давление (Па) и скорость потока воздуха в воздуховодах (м/с), допустимый уровень шума (дБ), мощность калорифера (кВт). Норматив по воздухообмену регламентируется строительными нормами и правилами (СНиП) и санитарными нормами и правилами (Сан Пин).

Кондиционирование воздуха – автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения воздуха) с целью обеспечения оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса, обеспечения сохранности ценностей [15].

Способы кондиционирования воздуха:

- Цикл охлаждения;

Принцип работы кондиционера аналогичен принципу работы холодильника. Для нагрева воздуха в помещении кондиционеры переходят в режим работы теплового насоса – конденсатор выполняет роль испарителя, а испаритель роль конденсатора, то есть отводимая теплота конденсации используется для нагрева воздуха.

- Контроль влажности воздуха;

Обычно перед воздушным кондиционером ставится задача уменьшения влажности воздуха. Достаточно холодный (ниже точки росы) испарительный змеевик конденсирует водяной пар из обработанного воздуха (таким же образом, как и очень холодный напиток конденсирует водяной пар воздуха на внешней стороне стакана), отправляя воду в дренажную систему и, таким образом понижая влажность воздуха. Сухой воздух улучшает комфорт, так

как он обеспечивает естественное охлаждение организма человека путем испарения пота с кожи. Обычно кондиционеры позволяют обеспечить относительную влажность воздуха от 40 до 60 процентов. Установка кондиционера с парогенератором позволяет поддерживать точное значение влажности в помещении.

- Испарительные охладители.

Испарительный охладитель – устройство, которое забирает воздух извне и пропускает его через влажную прокладку. Температура входящего воздуха, измеренная при помощи сухого термометра, уменьшается. Общее же «количество теплоты заключенное в воздухе» (внутренняя энергия) остается неизменным. Часть теплоты переходит в скрытую теплоту при испарении воды во влажных и более холодных прокладках. Такие охладители могут быть очень эффективны, если входящий воздух достаточно сухой. Также они дешевле и более надежны и просты в обслуживании.

Звук (аудио-мультимедиа)

Громкость звука – субъективное восприятие силы звука (абсолютная величина слухового ощущения) [16]. Громкость главным образом зависит от звукового давления и частоты звуковых колебаний. Также на громкость звука влияют его спектральный состав, локализация в пространстве, тембр, длительность воздействия звуковых колебаний и другие факторы.

Единицей абсолютной шкалы громкости является сон. Громкость в 1 сон – это громкость непрерывного чистого синусоидального тона частотой 1 кГц, создающего звуковое давление 2 мПа.

Уровень громкости звука – относительная величина. Она выражается в фонах и численно равна уровню звукового давления (в децибелах – дБ), примеры в децибелах показаны на рисунке 4, создаваемого синусоидальным тоном частотой 1 кГц такой же громкости, как и измеряемый звук (равногромким данному звуку).

Децибел, дБд	Характеристика	Источники шума
0	Ничего не слышно	
5	Почти не слышно	
10	Почти не слышно	тихий шелест листьев
15	Едва слышно	шелест листьев
20	Едва слышно	шепот человека (на расстоянии 1 метр)
25	Тихо	шепот человека (1м)
30	Тихо	шепот, тихие настенные часы Допустимый максимум по нормам для жилых помещений ночью, с 23 до 7 ч.
35	Довольно слышно	приглушенный разговор
40	Довольно слышно	обычная речь. Норма для жилых помещений днём, с 7 до 23 ч.
45	Довольно слышно	обычный разговор
50	Отчётливо слышно	разговор, пишущая машинка
55	Отчётливо слышно	Верхняя норма для офисных помещений класса А (по европейским нормам)
60	Шумно	Норма для контор
65	Шумно	громкий разговор (1м)
70	Шумно	громкие разговоры (1м)
75	Шумно	крик, смех (1м)
80	Очень шумно	крик, мотоцикл с глушителем
85	Очень шумно	громкий крик, мотоцикл с глушителем
90	Очень шумно	громкие крики, грузовой железнодорожный вагон (в семи метрах)
95	Очень шумно	вагон метро (в 7 метрах снаружи или внутри вагона) оркестр, вагон метро (шуряшито), раскаты грома

Рисунок 4 – Уровни громкости

Электроприборы

Виды электроприборов:

- Высокой опасности (газовая плита, микроволновая печь, утюг);
- Низкой опасности (настольная лампа, стационарный телефон);
- Приборы с высокой интеграцией УД (умные телевизоры, умные холодильники и т.д.).

Освещенность – это количество света или светового потока, падающего на единицу площади поверхности [17]. Измеряется в люксах (лк), примеры указаны на рисунке 5. Единица освещенности люкс имеет размерность люмен на квадратный метр(лм/м²).

Освещаемые объемы	Средняя горизонтальная освещенность, лк.
Жилые комнаты, гостиные, спальни, жилые комнаты общежитий	150
Кухни, кухни-столовые, кухни-линии	150
Детские	200
Кабинеты, библиотеки	300
Внутриквартирные коридоры, холлы	50
Кладовые, подсобные	300
Гардеробные	75
Сауны, раздевалки, бассейны	100
Транспортный зал	150
Бильярдная	300
Чистящие комнаты, уборные, санузлы, душевые	50
Помещение консьержа	150
Лестницы	20
Постажные внеквартирные коридоры, вестибюли, лифтовые холлы	30
Коллекторы, телефонные	30
Тепловые пункты, насосные, электрощитовые, машинные помещения лифтов, котельные	20
Остальные проходы технических этажей, подполья, подвалы, чердаки	20
Шахты лифтов	5

Рисунок 5 – Освещенность помещений

Водоснабжение – подача поверхностных или подземных вод водопотребителям в требуемом количестве и в соответствии с целевыми показателями качества воды в водных объектах [18]. Инженерные сооружения, предназначенные для решения задач водоснабжения, называют системой водоснабжения, или водопроводом.

Вода расходуется различными потребителями на самые разнообразные нужды. Однако подавляющее большинство этих расходов может быть сведено к трем основным категориям:

- расход на хозяйственно-питьевые нужды (питье, приготовление пищи, умывание, стирка, поддержание чистоты жилищ, полив огородов, газонов и полей, и т. д.);

- расход на производственные нужды (расход предприятиями промышленности, транспорта, энергетики, сельского хозяйства и т. д.);
- расход для пожаротушения.

При подаче воды учитывают ее качество, например, к питьевой воде предъявляются требования СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Для доведения качества воды до требуемых норм используют водоподготовку.

Факторы воздействия внешней среды:

- Температура за окном;
- Внешний источник света;
- Время (суточное);
- Мониторинг шумов.

2.2.2 Модель предпочтений пользователя в системе «Умный дом»

Модель предпочтений пользователя включает в себя категории людей, имеющих ограничения по определенным факторам воздействия на них, а также включает приоритет профилей.

Легитимность – законный, правомерный.

Приоритет – понятие, показывающее важность, преимущество.

Основными аспектами являются их категории: легитимность, приоритеты, взаимодействия с конкретными видами оборудования в конкретных комнатах.

Модель предпочтений пользователя входит в настройки. В модели описываются основные показатели о человеке и его предпочтения (возраст,

профиль и т.д.). Таблица предпочтений пользователей с обобщенными настройками показана в приложении Б.

Статус в профиле:

- Личный статус профиля (настроенный);
- Ограничительный (обязательный);
- Низкоприоритетный (рекомендательный);
- Высокоприоритетный.

Классы людей, которые представлены на рисунке 6:

- Младенец – человек в возрасте от рождения до года. Различают период новорожденности (первые 4 недели после рождения) и грудной возраст (от 4 недель до 1 года). В такой период следует учитывать влияние вредных факторов на здоровье и особое внимание взрослых;
- Ребенок – человек в возрасте от 1 года до 11 лет. Различают ясельный или преддошкольный период (от 1 года до 3 лет), дошкольный период (от 3 до 7 лет), младший школьный возраст (от 7 до 11 лет). В такой период следует учитывать влияние вредных факторов на здоровье и внимание взрослых;
- Подросток – человек в возрасте от 11 до 18 лет. Переходный этап между детством и взрослостью;
- Беременная женщина – человек находящийся в особом состоянии, при котором в его репродуктивных органах находится развивающийся эмбрион или плод. При таком состоянии следует учитывать влияние вредных факторов на здоровье;
- Пожилой – человек в возрасте от 65 до 100 лет. Период жизни, когда некоторые функции в его организме дают сбой;
- Люди с ограниченными возможностями (только из жильцов):
 - По передвижению;
 - По манипуляциям.

- Без особых ограничений – люди в юношеском, взрослом, зрелом возрасте, у которых нет ограничений по здоровью.

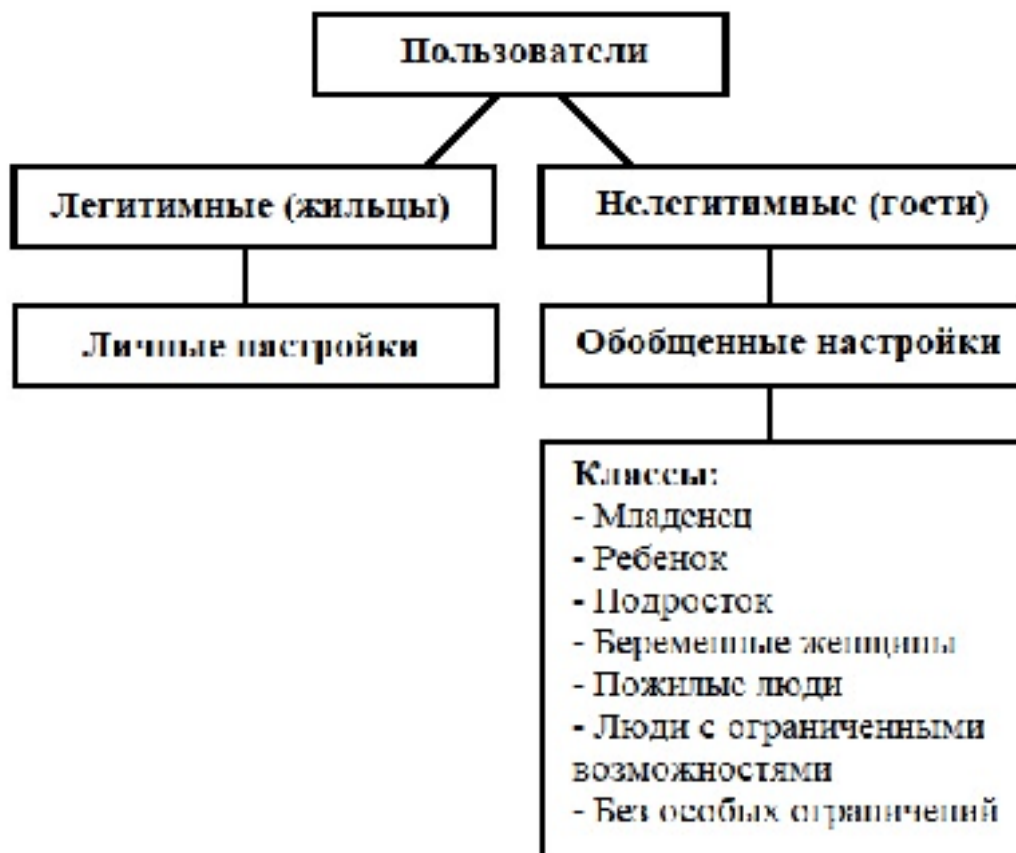


Рисунок 6 – Классы пользователей

Также все категории пользователей делятся на легитимные и нелегитимные. К легитимным относятся жильцы дома, а к нелегитимным гости. У легитимных пользователей в системе «Умный дом» имеются личные настройки (профили). Пользователь настраивает свои предпочтения, и система под него адаптируется. А нелегитимные пользователи делятся на классы и у них обобщенные настройки. Система воздействует на объект, но его предпочтения обычно не учитываются. И поэтому, как правило, у кого-то из легитимных и нелегитимных пользователей предпочтительные настройки микроклимата совпадут, у кого нет, а кому-то система вообще может нанести вред. Из этого возникает проблема, что пользовательские профили должны

иметь не только жильцы, но и гости, а так как все профили сделать невозможно, нужно искать компромисс. Следовательно, в конкретной ситуации – компромиссный профиль должен автоматически определяться в процессе определения некоторого количества людей и качества в комнате. Поэтому мы говорим не просто о компромиссном, а динамическом синтезе настроек профиля.

В конфликтных ситуациях между профилями различных пользователей, нужно учитывать не только статус профиля, но и сосредоточить внимание на ограничениях для уязвимых категорий пользователей.

Ограничения для определенных (уязвимых) категории граждан:

- Младенцам, детям, беременным женщинам и пожилым людям вредно находиться в комнате, где температура ниже или выше указанной нормы, поэтому температуру нужно поддерживать от 20-22°C;
- Беременным женщинам и младенцам вредно находиться в комнате с громкой музыкой, поэтому снизить громкость по верхней границе уровня шума;
- Младенцам, детям и пожилым людям не следует находиться в комнате, где открыты окна, и поэтому для обеспечения отсутствия сквозняков нужно по ситуации прикрыть окна;
- Младенцам и детям небезопасно находиться в комнате, где присутствуют электроприборы с повышенной опасностью, поэтому отключить их, если в комнате нет взрослого.

2.2.3 Модель дома

Модель дома включает в себя план дома, состав оборудования и его начальное состояние.

Комната, относящаяся к классу «Гостиная» должна, как правило, определять некоторое оборудование:

- датчик температуры;
- датчик открытия/закрытия окон;
- освещение;
- кондиционер;
- управление розетками;
- аудио-мультимедиа;
- управление отоплением;
- электроприборы.

Комната, относящаяся к классу «Спальня» должна определять оборудование:

- датчик температуры;
- датчик открытия/закрытия окон;
- освещение ;
- кондиционер;
- управление розетками;
- управление отоплением;
- электроприборы.

Комната, относящаяся к классу «Кухня» должна определять оборудование:

- датчик температуры;
- датчик открытия/закрытия окон;
- освещение; - кондиционер;
- управление розетками;
- управление отоплением;
- датчик контроля воды;
- электроприборы.

Комната, относящаяся к классу «Санузел» должна определять оборудование:

- датчик температуры;
- освещение (общее, специальное);
- кондиционер;
- управление отоплением;
- датчик контроля воды.

Модель дома также включает данные о внешних факторах:

- время суток;
- данные о погоде;
- уровень шума (за окном).

Когда хозяева и/или гости появляются в одной из комнат необходимо применить существующий профиль, либо синтезировать новый профиль. Модель ситуации нужна для того, чтобы посмотреть каким образом система должна реагировать на общие уязвимые категории людей.

2.2.4 Модель ситуации

Модель ситуации состоит из следующих компонентов:

- присутствующие в помещении;
- текущие настройки оборудования;
- внешние факторы;
- база знаний.

Модель принятия решений зависит от времени, числа хозяев, числа гостей и задается из подмножества хозяев и гостей:

$$M_{\text{пр}}(\text{вр}, \text{хоз}, \text{гос}) = \{x\} \{г\}, \quad (1)$$

где $M_{\text{пр}}$ – матрица принятия решений;

вр – время;

хоз – хозяин;

гос – гость.

Матрица смежности зависит от модели дома, модели внешних факторов и моделей профилей:

$$M_c = (M_d, M_{вн.ф}, M_{проф}), \quad (2)$$

где M_c – матрица смежности;

M_d – модель дома;

$M_{вн.ф}$ – модель внешних факторов;

$M_{проф}$ – модель профилей.

Модель ситуации может быть с конфликтом или без конфликта.

Если в комнате появляется один человек или несколько с одинаковыми требованиями, то такая ситуация будет считаться бесконфликтной и система выбирает уже существующий профиль.

Если в комнате появляются люди с противоречащими требованиями, то ситуация будет конфликтной. Ситуации риска:

- поддерживать оптимальную температуру (особенно для младенцев, детей, беременных женщин и пожилых людей);
- ограничить громкость звука;
- обеспечить отсутствие сквозняков;
- отключить электроприборы повышенной опасности (если в комнате находится младенец, ребенок, подросток или пожилой).

Любые отклонения от нормы способны не только ощущаться на физическом уровне, но также и приводить к ухудшению самочувствия, а в некоторых случаях и к обострению различных хронических заболеваний.

2.2.5 Дерево принятия решений

Методика формирования знаниевых структур, обеспечивающих логику работы интеллектуального ядра системы «Умного дома», предполагает составление поля знаний, его формализации в виде структурированного дерева решений, и затем выявления набора правил логических обобщений. Имея подобные структуры, формируется ядро принятия решений, обеспечивающее алгоритмическую отработку ситуационного обхода дерева решений. Общее дерево решений представлено в приложении А.

Проиллюстрируем фрагмент поля знаний экспертной системы, отвечающий за управление уровнем громкости систем мультимедиа, выделив три уровня обобщения:

- Первый уровень – категоризация входных данных, определяющих ситуацию выбора настроек мультимедийной системы;
- Второй уровень – обобщение исходных данных, в форме набора гипотез;
- Третий уровень – вывод характера управляющего воздействия на мультимедийную систему.

Представим дерево принятия решений в виде графа, который представлен на рисунке 7, детализировав каждый уровень дерева принятия решений по составу.

На первом уровне будет шесть вершин: «Тип комнаты», «Текущее значение уровня громкости мультимедийной системы», «Наличие в комнате ребенка», «Наличие в комнате беременной женщины», «Предпочтительный уровень громкости приоритетного профиля», и «Наличие в комнате человека с ограниченными возможностями или пожилого».

Детализируем первый уровень. Первой вершиной является «Тип комнаты». Данная вершина может принимать следующие значения: «Кухня»; «Спальня»; «Санузел»; «Гостиная и прочие». Вторая вершина – «Текущее

значение уровня громкости мультимедийной системы», которая отражает количественное значение текущей настройки уровня громкости для системы мультимедиа, которое после фазификации примет одно из следующих состояний: «Тихо»; «Средняя громкость»; «Громко»; «Очень громко». Следующая вершина – «Предпочтительный уровень громкости приоритетного (хозяйского) профиля», принимающее одно из следующих значений: «Тихо»; «Средняя громкость»; «Громко»; «Очень громко». Вершины «Наличие в комнате ребенка/беременной женщины/ человека с ограниченными возможностями или пожилого» являются дискретными и относятся исключительно к гостям (тем, кто не имеет настроенного профиля в системе «Умный дом»).

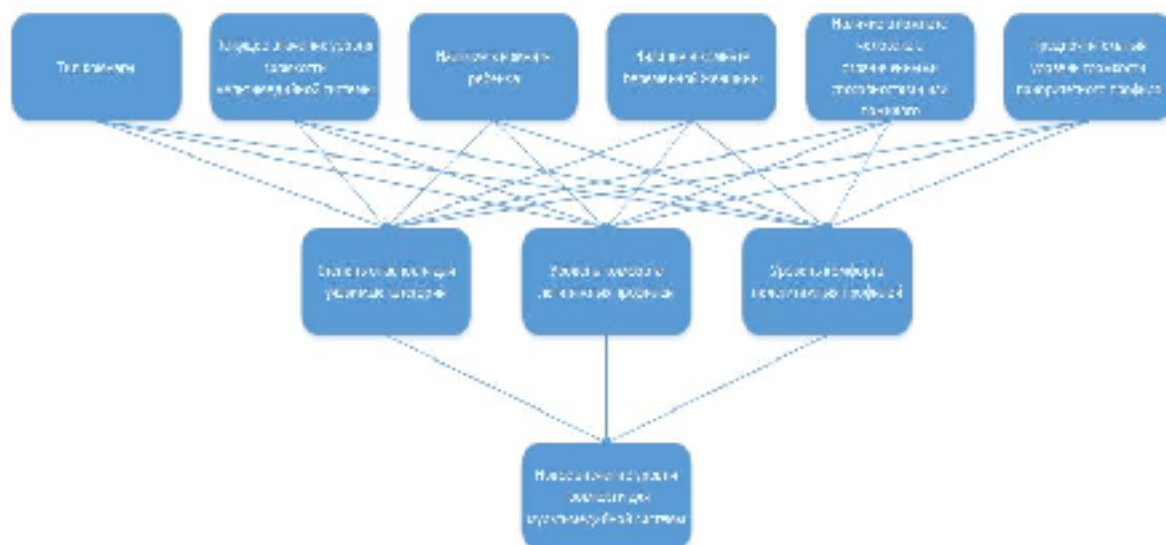


Рисунок 7 – Фрагмент дерева для управления уровнем громкости системы мультимедиа в «Умном доме»

На втором уровне обобщения будут проверяться следующие гипотезы: «Степень опасности для уязвимых категорий», «Уровень комфорта легитимных пользователей» и «Уровень комфорта нелегитимных пользователей». Вершина «Степень опасности для уязвимых категорий» (возможность нанести вред), представлена следующими состояниями: «Не опасно»; «Незначительный»; «Существенный». Следующая вершина –

«Уровень комфорта легитимных пользователей» принимает следующие значения: «Соответствует ожиданиям»; «Не соответствует ожиданиям». А вершина «Уровень комфорта нелегитимных пользователей» может принимать значения: «Не учитывается»; «Приемлем»; «Не приемлем».

На третьем уровне (уровне выводов) будет одна вершина – это «Новое значение уровня громкости системы мультимедиа», который имеет следующие значения: «Оставить громкость на текущем уровне»; «Понизить уровень громкости до границы безопасности»; «Повысить громкость до границы комфорта».

Из рисунка 7 видно, при сочетании каких вершин первого уровня получается каждая из вершин второго уровня. А совокупность всех вершин второго уровня определяет значение единственной вершины третьего уровня.

Аналогично рассмотрим фрагмент дерева решений, отвечающий за управления освещением, который изображен на рисунке 8, выделив три уровня обобщения:

- Первый уровень – категоризация входных данных, определяющих ситуацию выбора настроек освещения;
- Второй уровень – обобщение исходных данных, в форме набора гипотез;
- Третий уровень – вывод характера управляющего воздействия на освещение.

На первом уровне будет восемь вершин: «Тип освещения», «Степень внешнего освещения», «Текущее значение освещения», «Предпочтительный уровень освещения приоритетного профиля», «Наличие в комнате ребенка», «Наличие в комнате беременной женщины» и «Наличие в комнате человека с ограниченными возможностями или пожилого», «Тип комнаты». Детализируем первый уровень. Первой вершиной является «Тип освещения». Данная вершина может принимать следующие значения: «Общее»; «Специальное»; «Санузел». Вторая вершина – «Степень внешнего

освещения»: «Тускло»; «Светло»; «Очень светло». Следующие вершины – «Текущее значение освещения» и «Предпочтительный уровень освещения приоритетного (хозяйского) профиля», принимают значения: «Включено»; «Выключено». Вершины «Наличие в комнате ребенка/беременной женщины/человека с ограниченными возможностями или пожилого» являются дискретными и относятся исключительно к гостям (тем, кто не имеет настроенного профиля в системе «Умный дом»).

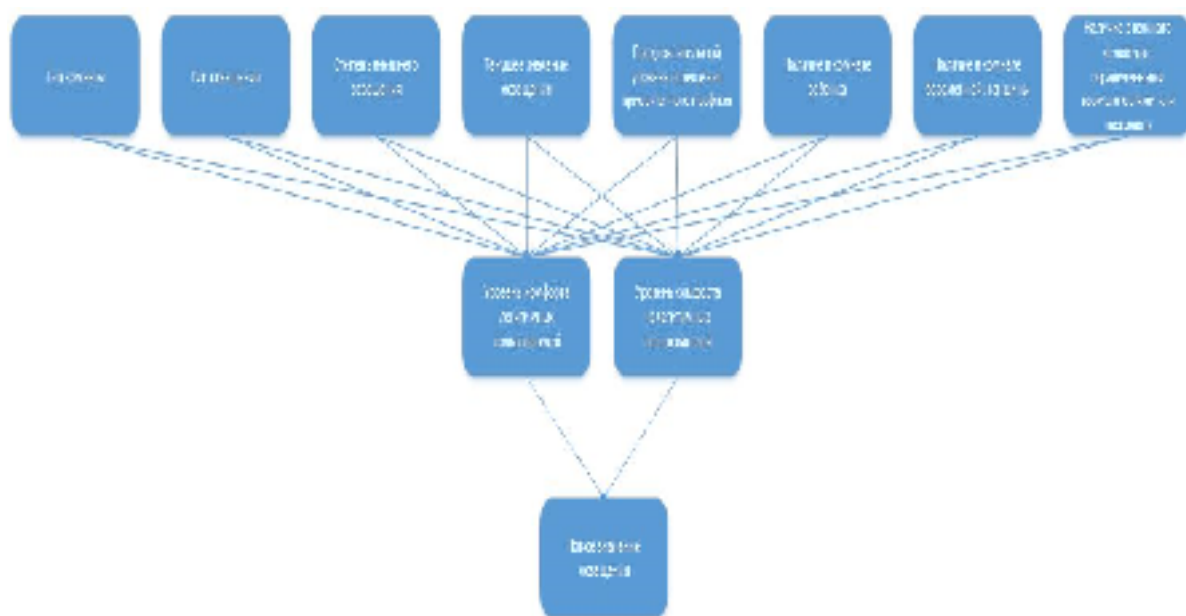


Рисунок 8 – Фрагмент дерева для управления уровнем освещения в системе «Умного дома»

На втором уровне обобщения будут проверяться следующие гипотезы: «Уровень комфорта легитимных пользователей» и «Уровень комфорта нелегитимных пользователей». Вершина – «Уровень комфорта легитимных пользователей» принимает следующие значения: «Соответствует ожиданиям»; «Не соответствует ожиданиям». А вершина «Уровень комфорта нелегитимных пользователей» может принимать значения: «Не учитывается»; «Приемлем»; «Не приемлем». На третьем уровне (уровне выводов) будет одна вершина – это «Новое значение уровня освещения», который имеет следующие значения: «Отсутствует»; «Понизить уровень освещения»; «Повысить уровень освещения до границы комфорта».

Построенное поле знаний представлено в виде коллекции продукционных правил экспертной системы. В качестве оболочки формирования экспертной системы используется программа Builder представленная на рисунке 9, а в качестве модуля интеграции с ядром управления системой «Умный дом» – динамически подключаемую библиотеку Integrator.

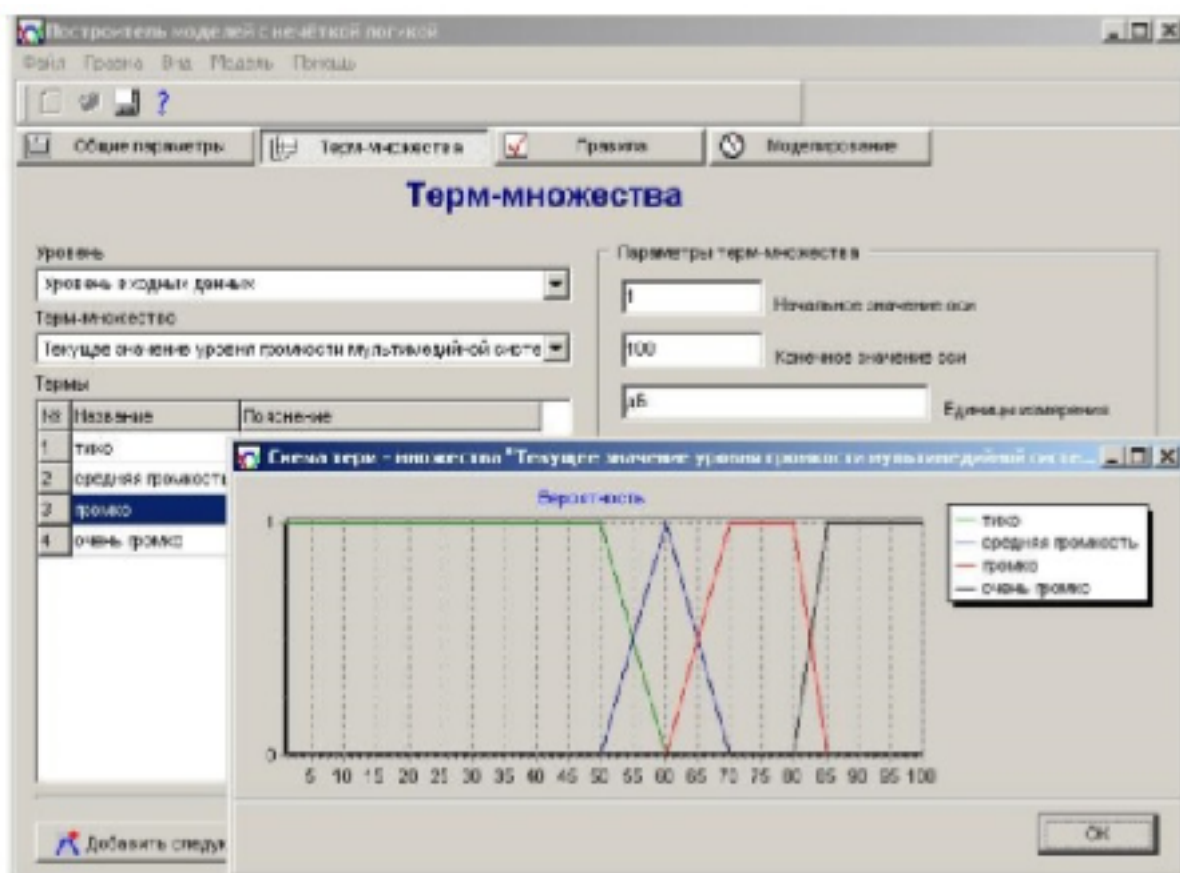


Рисунок 9 – Модель экспертной системы для аспекта управления уровнем громкости систем мультимедиа

В программе преобразовываем количественные показатели в качественные используя метод нечеткой логики. Например, для показателя «Текущее значение уровня громкости мультимедийной системы». Классифицируем показатель по группам: «тихо», «средняя громкость», «громко», «очень громко». Затем определяем, сколько строк кода в среднем требует очень малая функция, сколько — средняя и большая.

2.3 Методика синтеза

Методическое обеспечение процесса управления настройками системы «Умный дом» должна опираться на формирование динамического (ситуационного) профиля режимов работы активного оборудования. Отметим основные этапы динамического синтеза профиля (настроек оборудования) интеллектуальным ядром системы управления «Умный дом»:

Этап 1. Загрузка ситуационных данных и знаний из базы знаний;

Этап 2. Преобразования количественных показателей в качественные используя метод нечеткой логики (фазификация);

Этап 3. Принятие решений системой «Умный дом» (набор продукционных правил из базы знаний) по значениям настроек каждого вида оборудования в помещении (приоритет - безопасность уязвимых категорий пользователей);

Этап 4. Формирование и применение динамического компромиссного профиля на основании полученных решений. Заполнение всех параметров профиля данными, которые были определены на предыдущем этапе и применение для настроек оборудования.

2.4 Методика оценки эффективности системы «Умный дом»

Методика содержит правила, как подходить к оценке уровня комфорта и безопасности, общие рекомендации, как вести расчет промежуточных показателей, как сформировать шкалу и подсчитать итоговый результат.

Методика уровня оценки комфорта и безопасности:

Этап 1. Шкалирование настраиваемых аспектов с позиции комфорта и безопасности относительно текущих значений;

Этап 2. Оценка отклонений безопасности и предпочтительных настроек от предложенных методикой;

Этап 3. Усредненное значение по всем помещениям в одном эксперименте;

Этап 4. Обобщение оценок уровня комфорта и безопасности по серии экспериментов.

Модель оценки зависит от настроек и от матрицы смежности:

$$\text{Моц}=(\text{Мпр},\text{Мс}), \quad (3)$$

где Моц – модель оценки;

Мпр – матрица принятия решений;

Мс – матрица смежности.

Приведем пример: рассмотрим компромиссный профиль в комнате по двум приборам (громкость и освещение), когда в комнате находится хозяин без особых ограничений и беременная женщина. Шкала для приборов (громкости и освещение) изображена на рисунке 10.

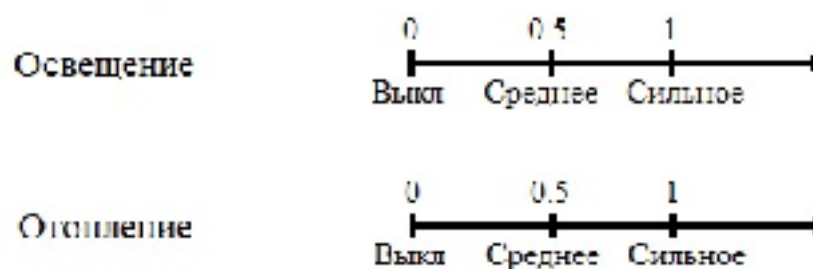


Рисунок 10 – Положения настраиваемых приборов

Заданы хозяйские и гостевые приоритеты (безопасные)

Настройки по первому прибору (освещенность):

- Нх1 = сильное;
- Нтб1 = не определено;
- Нт1 = слабое.

Настройки по второму прибору (громкость):

- H_{x2} = высокая;
- $H_{тб2}$ = средняя;
- $H_{т2}$ = низкая.

Обозначения:

- H_{x1} – настройки хозяина для 1 оборудования;
- H_{x2} – настройки хозяина для 2 оборудования;
- $H_{т}$ – текущие настройки;
- $H_{тб}$ – безопасные требования.

Синтезируем новый профиль, исходя из настроек (хозяина, безопасных требований и текущих настроек) Настройка результирующая по первому прибору:

$$H_{p1} = H_{x1}, \quad (4)$$

где H_{p} – результирующая настройка;

H_{x1} – настройки хозяина для 1 оборудования.

По первому прибору безопасность не определена, поэтому берем настройку хозяина. Настройка результирующая по второму прибору:

$$H_{p2} = H_{тб2}, \quad (5)$$

где H_{p} – результирующая настройка;

$H_{тб}$ – безопасные требования.

По второму прибору было определено, что хозяйская настройка отличается от настройки безопасных требований и текущая настройка отличается от настройки безопасных требований, то результирующую настройку выбираем в сторону безопасности.

Оцениваем степень удовлетворенности.

Удовлетворенность хозяина и гостя рассчитываем по формуле:

$$U_{x,\Gamma} = \sum_n U_{x,\Gamma} / n = 0,75, \quad (6)$$

где U_{x1} – удовлетворенность хозяина;

$U_{\Gamma 1}$ – удовлетворенность гостя; n – количество приборов.

Удовлетворенность хозяина по первому прибору из примера равна:

$$U_{x1} = 1. \quad (7)$$

Удовлетворенность хозяина по второму прибору равна:

$$U_{x2} = 0,5. \quad (8)$$

Удовлетворенность гостя по первому прибору равна:

$$U_{\Gamma 1} = 1. \quad (9)$$

По первому прибору у гостя нет требований, поэтому мы берем настройки по умолчанию. Удовлетворенность гостя по второму прибору равна:

$$U_{\Gamma 2} = 1. \quad (10)$$

По второму прибору безопасный профиль у гостя был принят к настройкам.

Итог:

Удовлетворенность хозяина по двум показателям равна:

$$\sum_i U_x = 1,5/2 = 0,75. \quad (11)$$

Удовлетворенность гостя по двум показателям равна:

$$\sum_i U_{\Gamma} = 1. \quad (12)$$

Таким образом, и безопасность, и удовлетворенность оцениваются автоматически по результатам работы модели.

2.5 Выводы

Была проведена методическая проработка и составлена база знаний, включающая: модель дома, модель человека, модель ситуации и дерево принятия решений.

Модель дома представлена в виде плана дома и его состава (виды оборудования);

Модель предпочтений пользователя включает в себя категории людей, имеющих предпочтения и ограничения по определенным факторам воздействия на них;

Модель ситуации состоит из компонентов: присутствующих в помещении, текущих настроек оборудования и внешних факторов.

Дерево принятия решений состоит из аспектов: управление громкостью (мультимедиа) в системе «Умный дом», управление освещением в системе «Умный дом», управление водоснабжением в системе «Умный дом», управление электричеством в системе «Умный дом», управление отоплением в системе «Умный дом», управление кондиционированием в системе «Умный дом». Каждый аспект предполагал разработку фрагмента дерева принятия решений.

По результатам построения базы знаний была предложена методика динамического синтеза компромиссного профиля, используя механизм интеллектуального экспертного принятия решений. В качестве ее реализации, выберем инструмент экспертных систем.

Для проверки адекватности работы интеллектуального ядра системы управления «Умный дом», осуществляющего динамический синтез компромиссного профиля, следует провести апробацию методики на программном имитаторе.

3 Апробация системы

3.1 Имитационная модель работы системы «Умный дом»

Для проведения эксперимента возьмем гипотетические условия: опишем комнату с жильцами, гостями и попытаемся все это проимитировать, для того, чтобы подтвердить основные положения методики.

Возьмем помещение, состоящее из четырех комнат: гостиная, спальня, кухня и санузел. План изображен на рисунке 11.

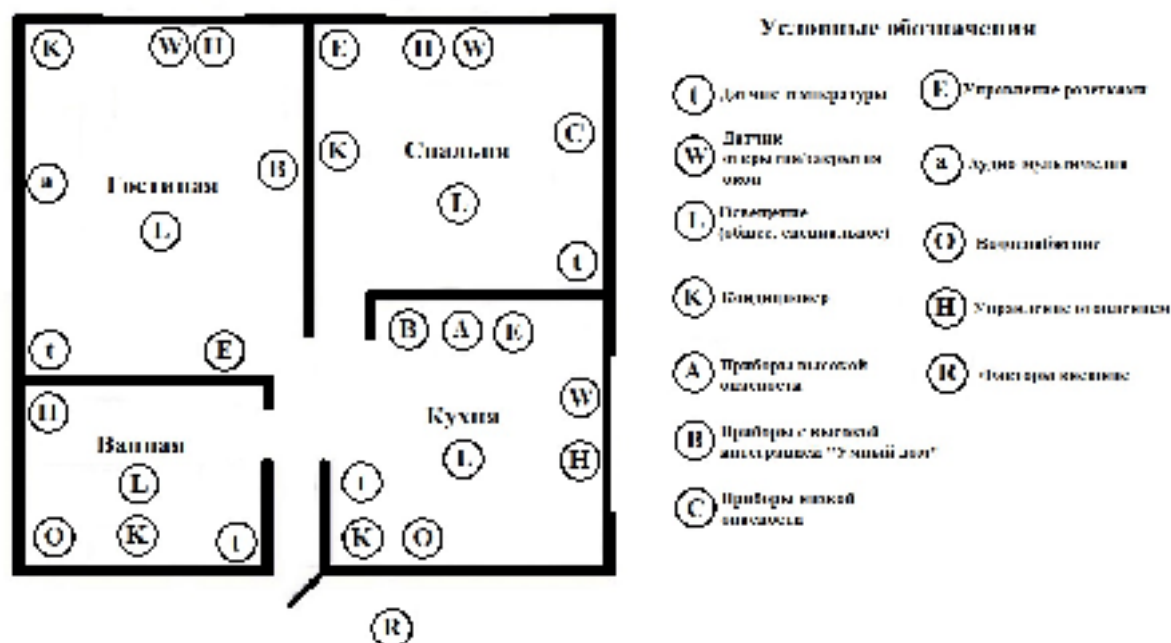


Рисунок 11 – План помещения

Вид комнат:

№1 Комната (Гостиная):

- датчик температуры (температура) - 18-22 °С;
- датчик открытия/закрытия окон (вентиляция) – Закрыты;
- освещение (общее, специальное) – Выключено;
- кондиционер (температура, вентиляция) – Выключено;
- управление розетками (электричество) – Включен;

- аудио-мультимедиа – Включено;
- управление отоплением (температура) - Громкость звука 20-100дБ;
- электроприборы: Приборы с высокой интеграцией УД (умный телевизор) (электричество) – Включено.

№2 Комната (Спальня):

- датчик температуры (температура) - 18-25 °С;
- датчик открытия/закрытия окон (вентиляция) – Закрыты;
- освещение (общее) – Выключено;
- освещение (специальное) – Выключено;
- кондиционер (температура, вентиляция) – Включен;
- управление розетками (электричество) – Включено;
- управление отоплением (температура) – Включено;
- электроприборы: Низкой опасности (настольная лампа, стационарный телефон) (электричество) – Включены.

№3 Комната (Кухня):

- датчик температуры (температура) - 15-23 °С;
- датчик открытия/закрытия окон (вентиляция) – Закрыты;
- освещение (общее) – Выключено;
- освещение (специальное) – Выключено;
- кондиционер (температура, вентиляция) – Включен;
- управление розетками (электричество) – Включено;
- управление отоплением (температура) – Включено;
- контроль воды (водоснабжение) – Включено;
- электроприборы: Приборы с высокой интеграцией УД (умный холодильник, умная стиральная машина и т.д.) и высокой опасности (газовая плита, микроволновая печь) (электричество) – Включены.

№4 Комната (Ванная):

- датчик температуры (температура) – 18-25 °С;

- освещение (общее) – Выключено;
- освещение (специальное) – Выключено;
- кондиционер (температура, вентиляция) – Включено;
- управление отоплением (температура) – Включено;
- контроль воды (водоснабжение) – Включено.

Также учитываются внешние факторы:

- время суток;
- данные о погоде;
- уровень шума (за окном).

Семья состоит из троих человек: Данилов Олег, Данилова Ольга, Данилов Феофан. У каждого из них есть свои личные настройки.

В таблицах 1,2 и 3 описаны личные настройки каждого человека.

Таблица 1 – Личные настройки первого человека

Олег Данилов		
Пол		Мужской
Возраст		40 лет
Температура	Все помещение	19
Окно	Все помещение	Открыто
Освещение (основное)	Спальня, Кухня, Уборная	Включено
Освещение (дополнительное)	Гостиная	Выключено
Кондиционирование	Все помещение	Выключено
Розетки (не занятые)	Все помещение	Включено
Громкость	Мультимедиа, Гостиная, Кухня	100дб
Громкость	Мультимедиа, Спальня	60дб
Умный Телевизор	Гостиная	Включено

Продолжение таблицы 1 – Личные настройки первого человека

Стационарный телефон	Спальня	Включено
Настольная лампа	Спальня	Включено
Контроль горячей воды	Кухня, Уборная	Выключено
Холодильник	Кухня	Включено
Стиральная машина	Уборная	Включено
Микроволновая печь	Кухня	Включено
Печь	Кухня	Включено
Отопление	Все комнаты	Включено

Таблица 2 – Личные настройки второго человека

Ольга Данилова		
Пол		Женский
Возраст		36 лет
Температура	Все помещение	23
Окно	Все помещение	Закрыто
Освещение (основное)	Спальня, Кухня, Уборная	Включено
Освещение (дополнительное)	Гостиная	Включено
Кондиционирование	Все помещение	Выключено
Розетки (не занятые)	Все помещение	Включено
Громкость	Мультимедиа, Гостиная, Кухня	60дб
Громкость	Мультимедиа, Спальня	50дб
Умный Телевизор	Гостиная	Включено
Стационарный телефон	Спальня	Включено
Настольная лампа	Спальня	Включено
Контроль горячей воды	Кухня, Уборная	Выключено

Продолжение таблицы 2 – Личные настройки второго человека

Холодильник	Кухня	Включено
Стиральная машина	Уборная	Включено
Микроволновая печь	Кухня	Включено
Печь	Кухня	Включено
Отопление	Все комнаты	Включено

Таблица 3 – Личные настройки третьего человека

Феофан Данилов		
Пол		Мужской
Возраст		2 года
Температура	Все помещение	20
Окно	Все помещение	Закрыто
Освещение (основное)	Спальня, Кухня, Уборная	Выключено
Освещение (дополнительное)	Гостиная	Включено
Кондиционирование	Все помещение	Выключено
Розетки (не занятые)	Все помещение	Выключено
Громкость	Мультимедиа, Гостиная, Кухня	80дб
Громкость	Мультимедиа, Спальня	40дб
Умный Телевизор	Гостиная	Выключено
Стационарный телефон	Спальня	Включено
Настольная лампа	Спальня	Включено
Контроль горячей воды	Кухня, Уборная	Выключено
Холодильник	Кухня	Выключено
Стиральная машина	Уборная	Выключено
Микроволновая печь	Кухня	Выключено

Продолжение таблицы 3 – Личные настройки третьего человека

Печь	Кухня	Выключено
Отопление	Все комнаты	Включено

На этапе исследования необходимо провести серию экспериментов, направленных как на подтверждение результативности алгоритмов динамического синтеза компромиссного профиля, так и на уточнение содержимого базы знаний.

3.2 Эксперимент на имитаторе

В качестве инструмента проведения эксперимента, рассмотрим, имитатор. Интерфейс представлен на рисунке 12.

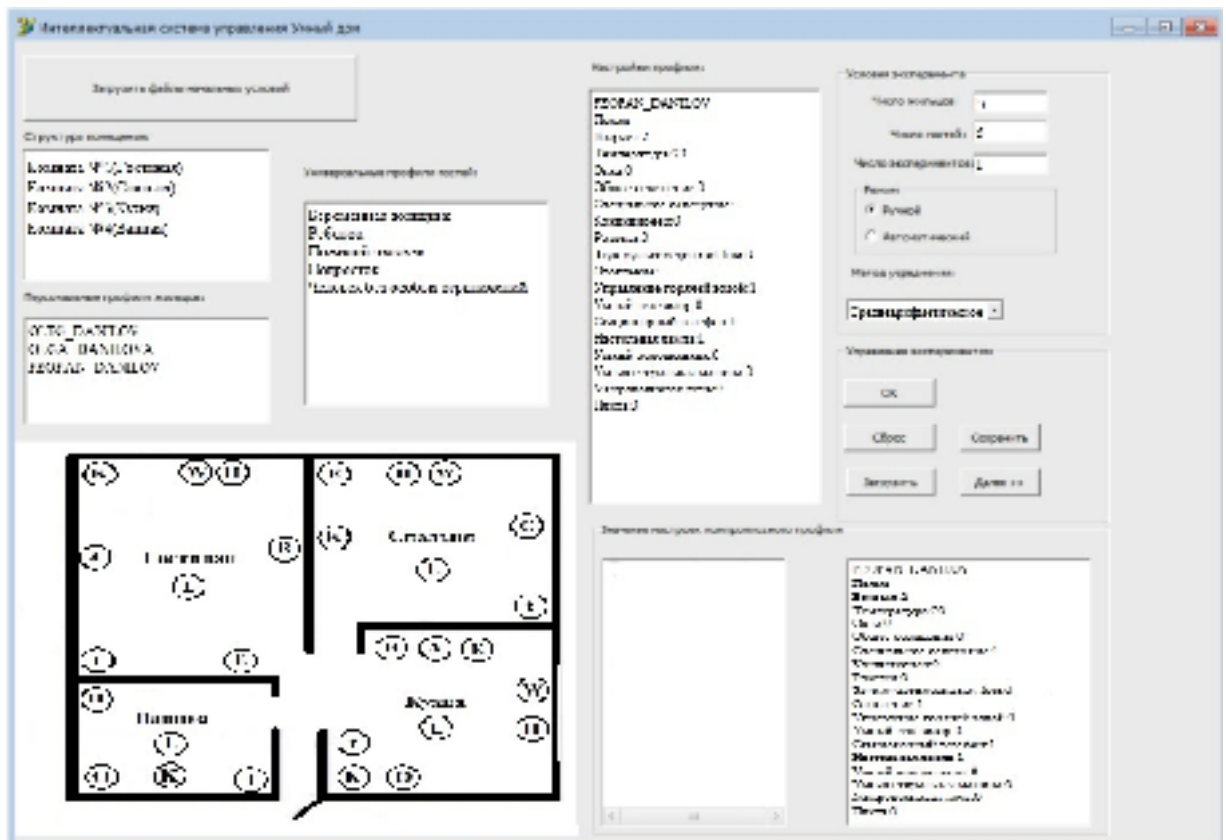


Рисунок 12 – Имитатор работы системы

При нажатии на кнопку «Загрузить файлы начальных условий» загружается «Структура помещения», «Персональные профили жильцов» и «Универсальные профили гостей».

В «Настройках профиля» можно посмотреть подробно начальные настройки в комнатах и профили жильцов и гостей.

По «Условиям эксперимента» запускается моделирование:

Случайным образом размещаются по помещениям члены семьи и гости;

Для каждой комнаты запускается отработка экспертной системы (ЭС) ядра управления «Умного дома» и происходит синтез динамического профиля;

Затем применение профиля и оценка удовлетворенности хозяев и гостей.

Группа элементов:

«Структура помещения» отвечает за настройки оборудования в комнатах и настройки внешних факторов (время суток, данные о погоде, уровень шума);

«Персональные профили жильцов» – это индивидуальные настройки жильцов.

«Универсальные профили гостей» – это настройки оборудования в комнатах для гостей;

«Условия эксперимента» включает в себя число жильцов, гостей и экспериментов, также выбирается режим автоматический или ручной и метод усреднения (среднеарифметическое, среднегеометрическое).

Также все элементы, которые были рассмотрены во второй главе, мы задействуем при осуществлении работы системы.

Логика работы имитатора опирается на метод Монте-Карло, предназначенный для генерации равномерно распределенной последовательности псевдослучайных величин [19].

Опишем общую последовательность работы программы. Сначала генерируются для каждого эксперимента жильцы и гости помещения, они размещаются по комнатам. После этого по циклу осуществляется синтез динамического профиля по указанной методике для каждой комнаты по отдельности. Далее отрабатывается методика оценки комфорта и безопасности всех присутствующих. Результаты оценки усредняются и интегрируются с предыдущими оценками на предыдущих шагах эксперимента. И все повторяется до тех пор, пока все указанные в поле «Число экспериментов» шаги эксперимента не будут проведены. Далее осуществляется вывод результатов и демонстрация протокола, осуществляется построение графика.

Для проведения эксперимента на имитаторе мы задали 20 итераций в программе. Программа каждый раз генерировала жильцов и гостей, размещая их по комнатам и после этого был получен протокол результатов, который представлен в приложении В.

3.3 Обработка результатов

При построении гистограммы изображенной на рисунке 13 для оценки уровня удовлетворенности и безопасности до эксперимента с ориентацией на хозяина, на горизонтальной оси (ось абсцисс) обозначили комфорт и безопасность для хозяев и гостей, а на вертикальной оси (ось ординат) – значения комфорта и безопасности, представленные в процентах. В случае если система ориентируется по приоритетному профилю, в данном случае под хозяина, то получается показатель комфорта и безопасности у гостя ухудшается до 42%.

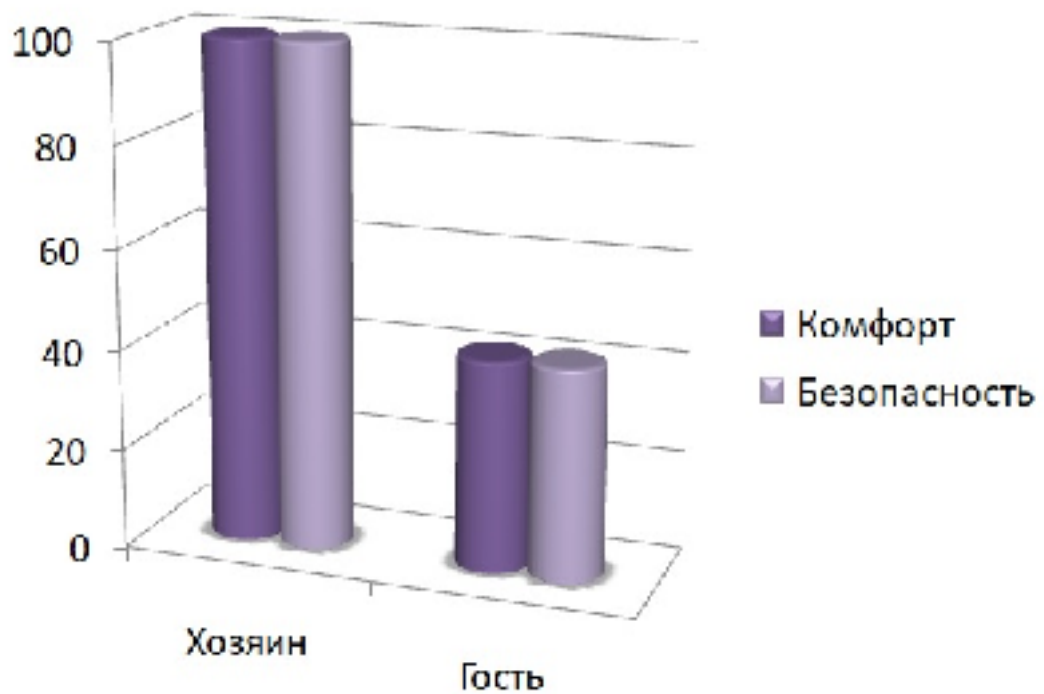


Рисунок 13 – Показатель оценки уровня комфорта и безопасности до эксперимента с ориентацией на хозяина

А в случае если система ориентируется только по профилю гостя, то ухудшается показатель комфорта у хозяина до 50%, можно увидеть на рисунке 14.

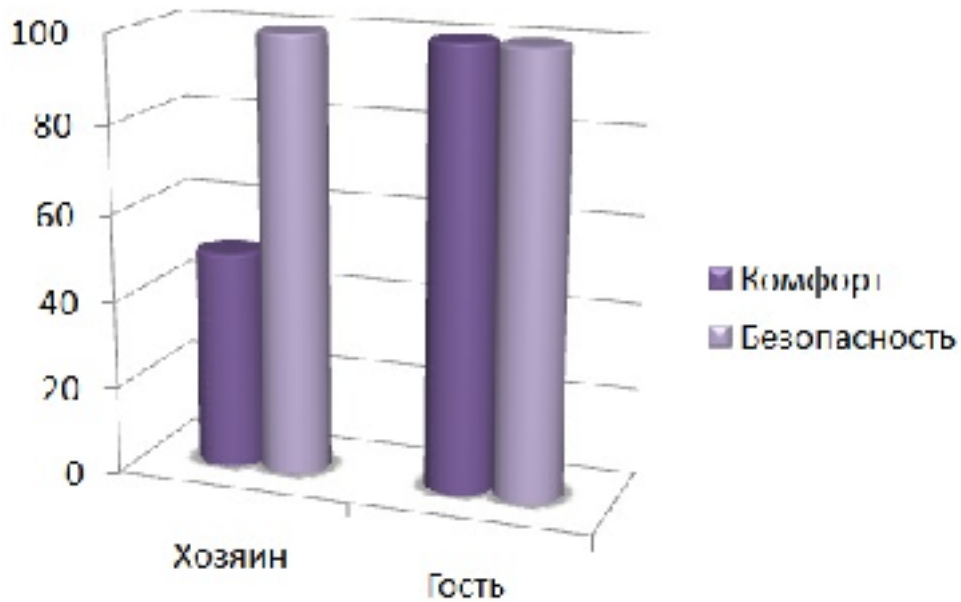


Рисунок 14 – Показатель оценки уровня комфорта и безопасности до эксперимента с ориентацией на гостя

После проведения 20 экспериментов на имитаторе, получили сравнительный график результатов обработки экспериментов. При построении гистограммы представленной на рисунке 15 на горизонтальной оси (ось абсцисс) обозначили комфорт и безопасность для хозяев и гостей, а на вертикальной оси (ось ординат) — значения комфорта и безопасности, представленные в процентах.

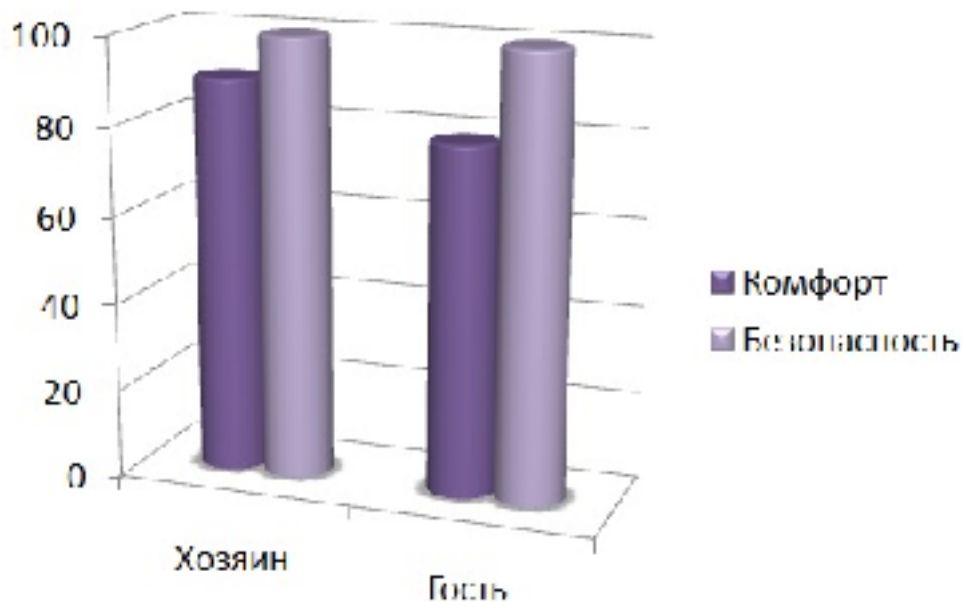


Рисунок 15 – Показатель оценки уровня комфорта и безопасности после эксперимента при интеллектуальном управлении системой «Умного дома»

В результате эксперимента был определен положительный эффект, что подтверждает повышение безопасности гостей на 50% и комфорта хозяев на 30%.

Таким образом, система подтвердила свою пригодность для продолжения испытаний.

3.4 Выводы

В заключительной главе было приведено описание имитационного эксперимента по разработанной методике.

Для проверки адекватности работы интеллектуального ядра системы управления «Умным домом», осуществляющего динамический синтез компромиссного профиля, был использован программный имитатор, состоящий из четырех комнат, семьи в составе трех человек, а также из предложенных пяти гостей.

В результате работы была проведена апробация полученной интеллектуальной системы и применена методика оценки уровня комфорта и безопасности, легитимных (хозяев) и нелегитимных (гостей) пользователей, которая демонстрирует повышение безопасности и комфорта. На основании статистики показано повышение безопасности на 50% для гостей, а повышение комфорта на 30% для хозяев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом данной диссертационной работы стала разработка и моделирование подсистемы «Умного дома», которая синтезирует динамические профили пользователей в системе.

В ходе работы были решены следующие задачи:

- Выявлено, что недостатком существующей технологии управления «Умным домом» по профилям, является возможность непреднамеренного нанесения вреда определенным категориям людей;
- Исследована предметная область и составлена база знаний, включающая: модель дома, модель человека, модель ситуации и дерево принятия решений;
- Предложена методика синтеза динамического компромиссного профиля используя механизм интеллектуального принятия решений;
- Проведен имитационный эксперимент, демонстрирующий повышение безопасности на 50 % для гостей и комфорта на 30 % для хозяев.

Научная новизна работы: предложена методика гибкого управления параметрами оборудования в системе с повышенной степенью комфорта и безопасности за счет динамического синтеза компромиссного пользовательского профиля.

Практическая значимость: повышена степень безопасности людей, присутствующих в помещениях управляемых системой «Умного дома».

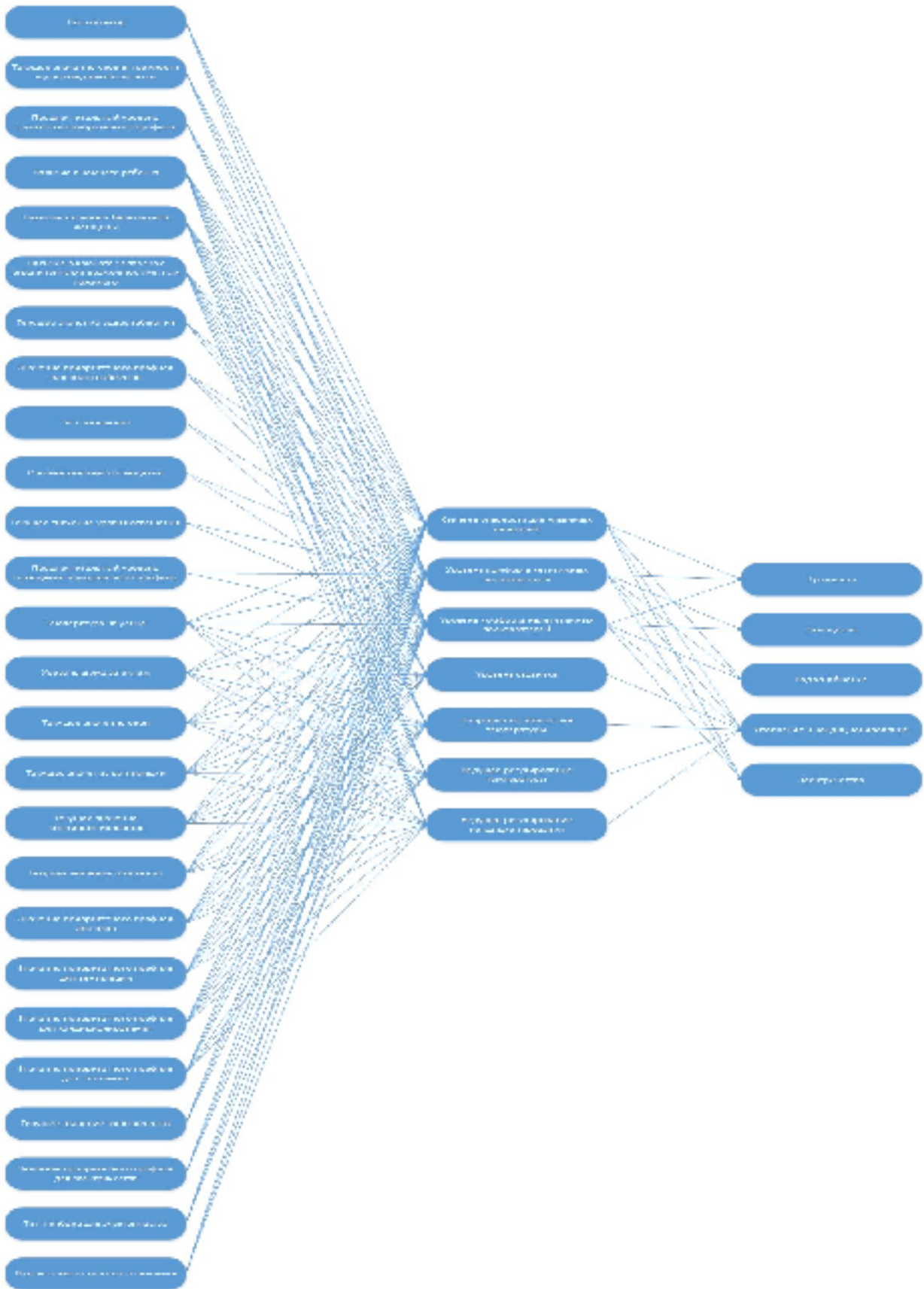
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Харке, В. Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и систем коммуникаций в жилом помещении / В. Харке. – Москва: Техносфера, 2006. – 288с.
2. Гаскаров, Д.В. Интеллектуальные информационные системы/ Д.В. Гаскаров. – Москва: Высшая школа, 2003. – 432с. - ISBN 5-06-004611-7.
3. Богданов, С.В. Умный дом / С.В. Богданов. – Санкт-Петербург: Наука и техника 2005. – 208с.
4. Концепция системы «Умный Дом» — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.ascentis.ru/smart/smtheory/39-smtheorycon>.
5. Гаскаров, Д.В. Интеллектуальные информационные системы/ Д.В. Гаскаров. – Москва: Высшая школа, 2003. – 432с. - ISBN 5-06-004611-7.
6. Харке, В. Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и систем коммуникаций в жилом помещении / В. Харке. – Москва: Техносфера, 2006. – 288с.
7. Искусственный интеллект — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: https://dic.academic.ru/dic.nsf/fin_enc/23528
8. Нечеткая логика — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Нечёткая_логика
9. Теория принятия решений — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Теория_принятия_решений
10. Трудовые споры и конфликты: порядок разрешения – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: http://dps.smrtdc.ru/Od_PM/Od_12_3.htm.
11. Управление конфликтами и стрессами. Этика деловых отношений – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: http://studopedia.ru/2_50029_vopros--upravlenie-konfliktami-i-stressami-etikadelovih-otnosheniy.html.
12. Философская энциклопедия – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/3307 .
13. Большая советская энциклопедия – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/171190>.

14. Вентиляция – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.ates.spb.ru/ventilation.html>.
15. Большая советская энциклопедия – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://dic.academic.ru/>.
16. Система домашней автоматизации – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://pro-smarthome.ru/multiroom>.
17. Светотехнические величины: световой поток, сила света, освещенность, светимость, яркость – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://electricalschool.info/main/lighting/1154-svetotekhnicheskie-velichinysvetovojj.html>.
18. Строительство ремонт отделка своими руками – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://magak.ru/vodosnabgenie> (водоснабжение)
19. Метод Монте Карло — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_Монте_Карло

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Общее дерево решений.



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 4 – Модель предпочтений для уязвимых категорий

Категория граждан	Объекты	Настройки	Исключение	Зона действия
1.Младенец	электричество	Отключение всех видов электроприборов и розеток, если младенец находится рядом	Не отключать, если есть контроль взрослого	Гостиная Спальня Кухня
	температура	Температура (20-22°C); Обеспечить отсутствие сквозняков, т.е закрыть окна;		Гостиная Спальня Кухня Ванная
	вентиляция	Приточная вентиляция с подогревом		Гостиная Спальня Кухня
	звук	Ограничить громкость звука до 40дБ.		Гостиная
	освещенность	Обеспечить специальным освещением (не ярким)		Спальня
	водоснабжение	Отключать горячую воду	Не отключать, если есть контроль взрослого	Кухня Ванная

Продолжение таблицы 4 – Модель предпочтений для уязвимых категорий

2.Ребенок	электричество	Отключение всех видов электроприборов, кроме приборов низкой опасности. Отключение розеток, если ребенок находится рядом	Не отключать, если есть контроль взрослого	Гостиная Спальня Кухня
	температура	Температура (20-22°C); Обеспечить отсутствие сквозняков, т.е. закрыть окна;		Гостиная Спальня Кухня Ванная
	вентиляция	Приточная вентиляция с подогревом		Гостиная Спальня Кухня Ванная
	звук	Громкость звука – не определена		Гостиная
	освещенность	Общее освещение		Гостиная Спальня Кухня Ванная
	водоснабжение	Отключать горячую воду, если ребенок находится рядом	Не отключать, если есть контроль взрослого	Кухня Ванная
3.Подросток	электричество	Отключение электроприборов высокой опасности. Приборы низкой опасности не отключать. Розетки включены.	Не отключать электроприборы высокой опасности, если есть контроль взрослого	Гостиная Спальня Кухня

Продолжение таблицы 4 – Модель предпочтений для уязвимых категорий

	температура	Температура (18-20°C); Закрытие окон - не определено		Гостиная Спальня Кухня Ванная
	вентиляция	Приточная вентиляция - не определена		Гостиная Спальня Кухня Ванная
	звук	громкость звука – не определена		Гостиная
	освещенность	Общее освещение		Гостиная Спальня Кухня Ванная
	водоснабжение	Не отключать горячую воду		Кухня Ванная
4.Беременная женщина	электричество	Включены электроприборы. Розетки включены.		Гостиная Спальня Кухня
	температура	Температура (20-22°C); Закрытие окон - не определено		Гостиная Спальня Кухня Ванная
	вентиляция	Приточная вентиляция - не определена		Гостиная Спальня Кухня Ванная
	звук	Ограничить громкость звука до 50дБ.		Гостиная
	освещенность	Общее освещение		Гостиная Спальня Кухня Ванная

Продолжение таблицы 4 – Модель предпочтений для уязвимых категорий

	водоснабжение	Не отключать горячую воду		Кухня Ванная
5. Пожилые люди	электричество	Включены электроприборы. Розетки включены.		Гостиная Спальня Кухня
	температура	Температура (20-22°C); Обеспечить отсутствие сквозняков, т.е. закрыть окна;		Гостиная Спальня Кухня Ванная
	вентиляция	Приточная вентиляция с подогревом		Гостиная Спальня Кухня Ванная
	звук	Обеспечить громкость звука 100дБ.		Гостиная
	освещенность	Специальное освещение (яркое)		Гостиная Спальня Кухня
	водоснабжение	Не отключать горячую воду		Кухня Ванная
6. Без особых ограничений	электричество	Включены электроприборы. Розетки включены.		Гостиная Спальня Кухня
	температура	Температура (18-20°C); Закрытие окон - не определено		Гостиная Спальня Кухня Ванная
	вентиляция	Приточная вентиляция – не определено		Гостиная Спальня Кухня Ванная

Продолжение таблицы 4 – Модель предпочтений для уязвимых категорий

	звук	Громкость звука- не определена.		Гостиная
	освещенность	Общее освещение		Гостиная Спальня Кухня Ванная
	водоснабжение	Не отключать горячую воду		Кухня Ванная
7.Люди с ограниченными возможностями	электричество	Отключение всех видов электроприборов, кроме приборов низкой опасности. Розетки включены.	Не отключать электроприборы высокой опасности , если есть контроль взрослого	Гостиная Спальня Кухня
	температура	Температура (20-22°C); Обеспечить отсутствие сквозняков, т.е. закрыть окна;		Гостиная Спальня Кухня Ванная
	вентиляция	Приточная вентиляция с подогревом		Гостиная Спальня Кухня Ванная
	звук	Громкость звука- не определена.		Гостиная
	освещенность	Общее освещение		Гостиная Спальня Кухня Ванная
	водоснабжение	Не отключать горячую воду		Кухня Ванная

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Результаты эксперимента (приведем эксперимент отчета на примере громкости системы мультимедиа):

ЭКСПЕРИМЕНТ №1

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {OLEG_DANILOV}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {OLGA_DANILOVA}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОЖИЛОЙ ЧЕЛОВЕК}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОЖИЛОЙ ЧЕЛОВЕК}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:64 ПРИОРПРОФИЛЬ:50

РЕЗУЛЬТАТ:50

ЭКСПЕРИМЕНТ №2

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {FEOFAN_DANILOV}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОДРОСТОК}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {БЕРЕМЕННАЯ ЖЕНЩИНА}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОЖИЛОЙ ЧЕЛОВЕК}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:24 ПРИОРПРОФИЛЬ:50

РЕЗУЛЬТАТ:40

ЭКСПЕРИМЕНТ №3

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {OLEG_DANILOV}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {FEOFAN_DANILOV}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {БЕРЕМЕННАЯ ЖЕНЩИНА}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:84 ПРИОРПРОФИЛЬ:50

РЕЗУЛЬТАТ:40

ЭКСПЕРИМЕНТ №4

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {OLEG_DANILOV}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:16 ПРИОРПРОФИЛЬ:80

РЕЗУЛЬТАТ:80

ЭКСПЕРИМЕНТ №5

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {OLGA_DANILOVA}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {РЕБЁНОК}
В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОЖИЛОЙ ЧЕЛОВЕК}
В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОДРОСТОК}
В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ЧЕЛОВЕК БЕЗ ОСОБЫХ
ОГРАНИЧЕНИЙ}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:28 ПРИОРПРОФИЛЬ:50

РЕЗУЛЬТАТ:40

ЭКСПЕРИМЕНТ №6

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {OLGA_DANILOVA}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ЧЕЛОВЕК БЕЗ ОСОБЫХ
ОГРАНИЧЕНИЙ}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:79 ПРИОРПРОФИЛЬ:50

РЕЗУЛЬТАТ:90

ЭКСПЕРИМЕНТ №7

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {FEOFAN_DANILOV}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ЧЕЛОВЕК БЕЗ ОСОБЫХ
ОГРАНИЧЕНИЙ}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ЧЕЛОВЕК БЕЗ ОСОБЫХ
ОГРАНИЧЕНИЙ}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {РЕБЁНОК}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:72 ПРИОРПРОФИЛЬ:40

РЕЗУЛЬТАТ:40

ЭКСПЕРИМЕНТ №8

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {FEOFAN_DANILOV}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОЖИЛОЙ ЧЕЛОВЕК}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:85 ПРИОРПРОФИЛЬ:40

РЕЗУЛЬТАТ50

ЭКСПЕРИМЕНТ №9

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОДРОСТОК}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОЖИЛОЙ ЧЕЛОВЕК}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:81 ПРИОРПРОФИЛЬ:90

РЕЗУЛЬТАТ:50

ЭКСПЕРИМЕНТ №10

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {OLGA_DANILOVA}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОДРОСТОК}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {РЕБЁНОК}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:27 ПРИОРПРОФИЛЬ:50

РЕЗУЛЬТАТ:40

ЭКСПЕРИМЕНТ №11

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:43 ПРИОРПРОФИЛЬ:50

РЕЗУЛЬТАТ:40

ЭКСПЕРИМЕНТ №12

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОДРОСТОК}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ЧЕЛОВЕК БЕЗ ОСОБЫХ
ОГРАНИЧЕНИЙ}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:39 ПРИОРПРОФИЛЬ:60

РЕЗУЛЬТАТ:90

ЭКСПЕРИМЕНТ №13

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {OLEG_DANILOV}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОДРОСТОК}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ЧЕЛОВЕК БЕЗ ОСОБЫХ
ОГРАНИЧЕНИЙ}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:94 ПРИОРПРОФИЛЬ:80

РЕЗУЛЬТАТ:40

ЭКСПЕРИМЕНТ №14

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {OLEG_DANILOV}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {OLGA_DANILOVA}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {FEOFAN_DANILOV}
В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {БЕРЕМЕННАЯ ЖЕНЩИНА}
ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:68 ПРИОРПРОФИЛЬ:50
РЕЗУЛЬТАТ:80

ЭКСПЕРИМЕНТ №15

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {OLGA_DANILOVA}
В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {БЕРЕМЕННАЯ ЖЕНЩИНА}
В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {БЕРЕМЕННАЯ ЖЕНЩИНА}
В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОДРОСТОК}
В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОДРОСТОК}
ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:71 ПРИОРПРОФИЛЬ:50

РЕЗУЛЬТАТ:80

ЭКСПЕРИМЕНТ №16

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {FEOFAN_DANILOV}
ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:0 ПРИОРПРОФИЛЬ:40
РЕЗУЛЬТАТ:50

ЭКСПЕРИМЕНТ №17

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {OLEG_DANILOV}
В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ЧЕЛОВЕК БЕЗ ОСОБЫХ
ОГРАНИЧЕНИЙ}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:89 ПРИОРПРОФИЛЬ:80

РЕЗУЛЬТАТ:60

ЭКСПЕРИМЕНТ №18

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {OLEG_DANILOV}
В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {OLGA_DANILOVA}
В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ЧЕЛОВЕК БЕЗ ОСОБЫХ
ОГРАНИЧЕНИЙ}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОЖИЛОЙ ЧЕЛОВЕК}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:6 ПРИОРПРОФИЛЬ:50

РЕЗУЛЬТАТ:80

ЭКСПЕРИМЕНТ №19

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {FEOFAN_DANILOV}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {РЕБЁНОК}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:73 ПРИОРПРОФИЛЬ:40

РЕЗУЛЬТАТ:40

ЭКСПЕРИМЕНТ №20

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {OLEG_DANILOV}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {OLGA_DANILOVA}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОДРОСТОК}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {РЕБЁНОК}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:30 ПРИОРПРОФИЛЬ:50

РЕЗУЛЬТАТ:50