



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Аналитическая часть.....	5
1.1 Технология «Умного дома» и управление в ней .....	5
1.2 Специфика управления по профилям и его недостатки .....	16
1.3 Постановка задачи.....	19
1.4 Выводы.....	21
2 Методика синтеза компромиссного профиля .....	22
2.1 Выделение этапов работы системы «Умный дом» при конфликте целей	22
2.2 Модельное обеспечение .....	24
2.2.1 Факторное пространство воздействий на человека в системе «Умный дом» .....	24
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 .....	37
2.3 Методика синтеза.....	52
2.4 Методика оценки эффективности системы «Умный дом».....	52
2.5 Выводы.....	56
3 Апробация системы .....	58
3.1 Иммитационная модель работы системы «Умный дом».....	58
3.2 Эксперимент на модели.....	62
3.3 Обработка результатов .....	64
3.4 Выводы.....	66
Заключение .....	68
Список сокращений .....	69
Список использованных источников .....	70
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	80

## ВВЕДЕНИЕ

Умный дом это жилой дом современного типа, организованный для проживания людей при помощи автоматизации и высокотехнологичных устройств. Под «умным» домом следует понимать систему, которая обеспечивает безопасность, комфорт и ресурсосбережение для всех пользователей.

По первоначальной задумке «Умный дом» не предполагает реализацию интеллектуального управления окружением (даже исходное слово *smart* здесь понимается в смысле *удобный*). Система управляется по профилям с приоритетами или в ручном режиме (с пульта).

Но с развитием систем искусственного интеллекта и расширением функциональных возможностей оборудования, именно «интеллектуальное» управление окружением становится вполне реализуемым и даже желательным. При котором система «умный дом» это «мыслящее здание», самостоятельно принимающее решения в изменяющихся обстоятельствах.

Целью диссертационного исследования является разработка методики динамического синтеза пользовательского профиля, обеспечивающая компромисс между комфортом и безопасностью пользователей в системе УД.

Для достижения указанной цели в работе будут решены следующие задачи:

- 1 Исследована предметная область;
- 2 Составлена комплексная модель обстановки в «Умном доме» и сформирована база знаний;
- 3 Разработана методика управления профилями, включая динамический синтез компромиссного профиля;
- 4 Проведена апробация методики на программном имитаторе.

Работа состоит из введения, трёх глав, заключения и списка литературы.

В первой главе осуществляется анализ предметной области. Приведены общие сведения о технологии «Умный дом» и управление в ней. Более

подробно рассмотрена специфика управления по профилям и его недостатки.

Во второй главе описываются компоненты базы знаний и методика синтеза компромиссного профиля.

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

На основе результатов, показана эффективность применения данной методики.

## **1 Аналитическая часть**

### **1.1 Технология «Умного дома» и управление в ней**

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 представления о нем [45].

Понятие «умного дома» возникло от английского термина *intelligent building*. Вследствие неправильного перевода в немецком языке это понятие приобрело название «умный дом», что зачастую вводит в заблуждение. Речь идет о рациональном использовании агрегата «дом», не затрагивая понятие «машина».

При этом основной акцент делается на его интерактивность. Эта интерактивная система состоит на данный момент из нескольких различных сетей, таких как электросеть, телефонная и телевизионная сети. На данный момент происходит процесс объединения сетей, создается оптимальный интерфейс между сетью и конечным устройством и, главное, интерфейс между человеком и машиной в виде графического пользовательского интерфейса, сенсорного экрана или просто идентификации голоса или жеста.

Основные функции умного дома включают в себя управление следующими системами:

1 Инфраструктура жизнеобеспечения (управление освещенностью, управление отоплением, управление микроклиматом);

2 Системы безопасности (датчики движения, сигнализация, блокировка окон и дверей, имитация присутствия, оповещение об авариях в доме);

3 Бытовая техника (управление телевизором, управление холодильником, управление чайником/кофеваркой, поддержка функций контроля и управления через интернет);

4 Энергетика (контроль альтернативных источников энергии);

5 Обслуживание (автоматический опрос работоспособности автоматизированных приборов, автоматический опрос работоспособности отдельных элементов УД, сообщения о неисправностях (включая отправку сообщений и писем), мониторинг и управление (включая взаимодействие через интернет).

Виды управления:

Первый вид управления по профилям жильцов, имеющих различный приоритет или в ручном режиме (при помощи пульта, сенсорных панелей, смартфона, компьютера):

#### **Управление умным домом при помощи сенсорной панели**

Сенсорная панель управления представляет собой один из самых простых способов управления умным домом. Сенсорная панель представлена на рисунке 1.1, снабжена небольшим жидкокристаллическим дисплеем, используя который можно активировать все необходимые коммуникационные системы, а также запрограммировать сценарий их работы. Сенсорная панель может быть цветной или монохромной, ее внешний вид напоминает интерфейс современных операционных систем, поэтому сложностей в ее освоении обычно не возникает [11].



Рисунок 1.1 – Сенсорная панель

Для того чтобы начать работу на сенсорной панели необходимо выбрать окошко с кнопками-элементами управления. Далее осуществляется переключение между разделами и происходит настройка интерфейса в соответствии с вашими вкусами и требованиями. При этом можно осуществлять управление, как опциональными группами (например, отопление и освещение), так и всем помещением.

Можно настроить интерфейс сенсорной панели так, чтобы на нем отображалась полная информация о состоянии всех систем, расположив ее на рабочем столе с быстрым вызовом необходимого окна. Полезной функцией сенсорной панели является «блокировка от детей», которая позволяет предотвратить некоторые нежелательные события.

### **Управление умным домом с дистанционного пульта управления**

Для того чтобы управлять умным домом с помощью дистанционного пульта управления (ДУ), который представлен на рисунке 1.2, 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 ДУ [3].



Рисунок 1.2 – Пульт дистанционного управления

Пульт дистанционного управления оснащен таймером, который позволяет запрограммировать работу устройств так, чтобы они включались и/или выключались в определенное время. Однако здесь необходимо знать, что работу пульта ДУ, в отличие от сенсорной панели, нельзя настроить на несколько дней вперед. Вдобавок к этому пульт не так нагляден, как панель.

### **Управление умным домом при помощи компьютера**

Умным домом, возможно управлять при помощи компьютера, ноутбука и даже карманного ПК, который будет выполнять роль сервера. При этом пользователь получает возможность управлять своим домом дистанционно.

Для осуществления такого управления компьютер необходимо



подключить к системе управления по беспроводным или проводным каналам передачи данных. Таким образом, можно выполнять любые действия, доступные с сенсорной панели. Более того, управлять умным домом становится возможным на расстоянии, используя web-приложение, которое устанавливается на любой компьютер, имеющий выход в интернет.

### **Управление умным домом с мобильного телефона**

Современные мобильные телефоны и смартфоны представлены на рисунке 1.3 в большинстве случаев поддерживают WAP-технологии и GPRS-коммуникации. Для управления системой умный дом можно использовать обмен сообщениями E-mail или ICQ мобильного телефона, получая, таким образом, разнообразную информацию из своего дома, например, изображения web-камер или сообщения противопожарных, охранных и других датчиков о нестандартной ситуации [21].



Рисунок 1.3 – Смартфон

Управлять умным домом можно и при помощи стационарного телефона. Например, используя домофон, можно устроить так, что позвонивший в дверь человек ни в коем разе не заподозрит, что вас нет дома. В данном случае

общение будет происходить, как обычно. Более того, имея доступ в интернет, вы сможете не только поговорить с посетителем, но даже впустить его вовнутрь. Однако сегодня чаще используются сотовые телефоны в виду их большей наглядности и мобильности.

Технология управления «Умным домом», которая используется в настоящее время, представлена на рисунке 1.4. Система управляется по профилям жильцов, имеющих различный приоритет, или в ручном режиме при помощи пульта. Пользователь выбирается автоматически, либо по требованию (в зависимости от того, как он управляется). Система его распознает и по максимальному приоритету настраивает оборудование.



Рисунок 1.4 – Технология управления УД

Второй вид управления на базе системы ИИ (на базе промышленных контроллеров).

Сущность концепции «Умный дом» (УД) заключается в формировании и поддержке такого окружения человека, которое было бы удобным, безопасным, ресурсноэффективным и, по возможности, экономически выгодным. Для этих целей в проект помещения или в уже существующее окружение внедряются высокотехнологичные решения на базе электроники, линии передачи данных и системы датчиков. Исходя из того, что спектр решаемых задач для каждого заказчика может существенно различаться, то развёртывание системы УД осуществляется по принципу модульных технологий с централизованным (Homeputer) или децентрализованным (EIB, LON) управлением [11]. В качестве примера можно привести некоторые многофункциональные контроллеры, которые изображены на рисунке 1.5, предназначенные для управления в системе УД: а – Ocelot (X10), б – TVLINK 868 GSMAL (Teleco), в – Neroll 8450-50 (Nero). Они интегрируются в систему передачи сигналов (обычно совмещённую с сетевым каналом по технологии powerline) и осуществляют управление/мониторинг активными (устройства, сервоприводы) и пассивными (датчики) элементами всего УД.

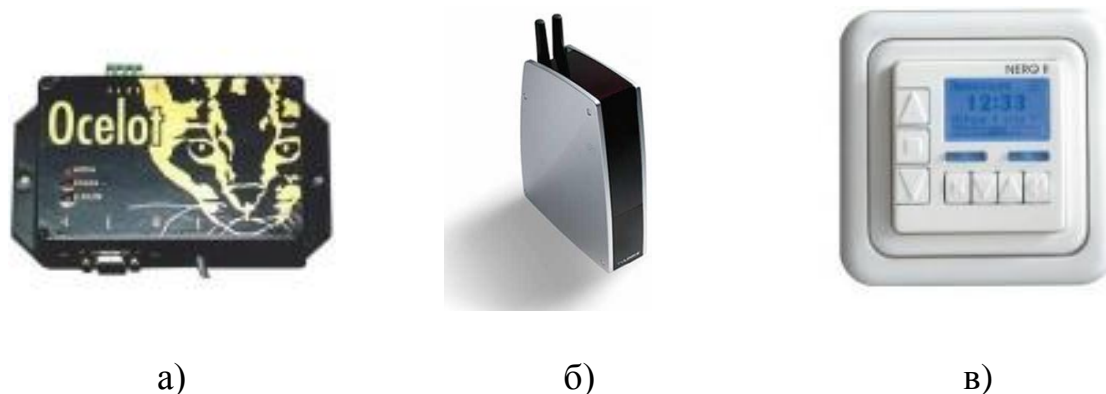


Рисунок 1.5 – Многофункциональные контроллеры в корпусном исполнении

Описанные устройства управления прошли многократные внедрения и

являются надёжными сертифицированными инструментами реализации систем УД. Но их применение сопряжено с некоторыми ограничениями, не позволяющими полноценно воспользоваться преимуществом концепции УД. Рассмотрим эти ограничения:

- жесткая стандартизация интерфейсов устройства управления;
- ограниченное число устройств, совместимых без доработки с приведёнными системами управления;
- жесткая стандартизация протоколов обмена данными в устройстве управления;
- ограничения, связанные с интегрированными в устройстве управления элементами памяти (как ROM, так и RAM);
- сложности в развёртывании и настройке, сопряженные с привлечением фирм, специализирующихся на продвижении подобных систем;
- существенная стоимость любых компонентов системы (начиная от контроллеров и заканчивая соединительными кабелями);
- примитивные возможности интеллектуального управления.

### **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) [45].

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** – это доступная и стандартизированная система шин. Она включает 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; перепрограммируема; расширяема; стандартизирована; производитель – ассоциация KNX.

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

### **Шина LON**

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

Характеристики: назначение – промышленная и транспортная автоматизация; децентрализованное управление; перепрограммируема; расширяема; базовая ПЛИС – Neuron Chip; производитель – ассоциация Cypress.

### **Сеть Homeputer**

Для частных жилых зданий служит система Homeputer. Система Homeputer, в основе которой лежит принцип централизованного управления, открывает совершенно новые возможности для связи бытового оборудования и обеспечения домашнего комфорта. Сеть Homeputer программируется пользователем посредством персонального компьютера согласно инструкции на немецком языке. Центральный интеллект соединяет друг с другом все подключаемые устройства. Персональный компьютер в текущем 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; перепрограммируема (с ПК); расширяема; производитель – Contronics.

### **Шина LCN**

Шина LCN (LocalControlNetwork) является шиной мультимастером и функционирует по принципу шин EIB и LON, так что каждый компонент может самостоятельно принимать 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; перепрограммируема (с микрокомпьютера набором команд); расширяема.

### **Z – шина**

Характеристики: назначение – помещения и бытовые приборы; управление – децентрализованное; перепрограммируема (с ПК); расширяема; производитель – Zimmerman. Значительно дешевле описанных ранее.

### **Система PHS**

Шинная система PHS (Pehahousecontrol) – это собственная разработка фирмы PehaPaulHochkörperGmbH и CoKG. Система основывается на принципах центрального интеллекта и управления программируемой памяти. Главными достоинствами системы, по данным производителя, являются легкость в использовании и несложное программирование системы. На каждую подсистему PHS приходится 640 узлов данных, что для обычного SmartHome, как правило, является вполне достаточным. В общем же система PHS может объединить в себе четыре подсистемы, а следовательно, 2560 узлов

данных.

Характеристики: назначение – автоматизация жилых помещений; управление – централизованное; перепрограммируема (с блока управления); расширяема; производитель: RehaPaulHochk€pperGmbH и CoKG.

### **Беспроводные шинные системы**

Беспроводные системы имеют неоспоримые преимущества, поскольку они позволяют установить систему без прокладки шинного кабеля и избежать сложной инсталляции. С помощью современных многоканальных радиосистем значительно снижается чувствительность к помехам, возникающим из-за воздействия эл/м поля, благодаря двусторонней передаче данных. Тем не менее эта система является незащищенной, и ее работа может быть парализована путем постановки широкополосной помехи. Такие «нападения» на практике еще не наблюдалась, однако в этом случае система незамедлительно подает тревогу.

Характеристики: рабочие частоты – 868-870 МГц; каналы передачи – радиоканал; инфракрасный диапазон.

Представители: EIB (децентрализованное управление), Vaitronic (централизованное управление).

### **Концепция Powerline в УД**

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 мелкой, так и крупной структуры. Благодаря принципу работы модульного оборудования и

инструментам программного обеспечения обеспечивается высокая гибкость систем. EIB занимает лидирующую позицию на европейском рынке.

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

A-Mode – AutomaticConfiguration – электронные потребительские приборы (EHS) [45].

Не смотря на присутствие на рынке большого перечня средств автоматизации, направленных на реализацию концепции «Умного дома», постоянно требуется повышение её эффективности: внедрение новых программно-аппаратных решений, использование современных материалов, развитие функциональных возможностей. Особенно остро данная проблема стоит в самой сути технологии: от удобства необходимо переходить к настоящей интеллектуальности, реализующей адаптивную самоорганизующуюся среду вокруг человека.

## **1.2 Специфика управления по профилям и его недостатки**

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

Под профилем в работе будем понимать 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 доминирующего



(более 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, учёт 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 предопределенной формуле регулирует степень открытия от температуры на улице. С виду всё хорошо, мы получаем комфортную температуру в помещении. Но если около вашего окна в это время стоит грузовик со включенным двигателем? 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.

Далее у нас появился 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. Её количество зависит от степени физического напряжения в определённых 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.

### 1.3 Постановка задачи

Современная система УД 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 методики динамического синтеза пользовательского профиля, обеспечивающая компромисс между комфортом и безопасностью пользователей в системе УД.

Для достижения указанной цели в работе будут решены следующие задачи:

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

Для решения задач, в работе будут использованы существующие методы:

- 1 ИИ (искусственный интеллект) - научное направление в информатике, специализирующиеся на моделировании интеллектуальных способностей живых организмов с помощью вычислительных устройств [39].

- 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 нечёткой 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. [4].

2 ТПР (теория принятия решений) – это область исследования, вовлекающая понятия и методы математики, статистики и психологии с целью изучения закономерностей выбора людьми путей решения разного рода задач, а также способов поиска наиболее выгодных из возможных решений [39].

3 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) [4].

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 путём имитации его действия средствами ЭВМ [39].

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 УД.

#### **1.4 Выводы по главе**

В первой главе диссертационной работы была дана справочная информация о концепции «Умного дома» и об особенностях технологии и способах управления в нём. Концепция SmartHome («Умный дом») – один из базовых подходов комплексной автоматизации повседневного окружения человека. Главной целью этой концепции является повышение удобства и комфорта.

Система управляется УД 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 УД, 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 УД должна опираться на формирование динамического (ситуационного) профиля режимов работы активного оборудования. Этому и будет посвящена вторая глава диссертации.

## **2 Методика синтеза компромиссного профиля**

### **2.1 Выделение этапов работы системы УД при конфликте целей**

Возникновение ситуации, когда запросы к системе УД от различных людей, находящихся в помещении, начинают входить в противоречие, приводит к появлению конфликта, требующего разумного разрешения.

**Конфликт** (от лат. - conflictus, столкновение) – высшая степень развития разногласий в системе отношений людей, социальных групп, социальных институтов, общества в целом, характеризующаяся противоборством, приводящим к устранению этих противоречий [33]. 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 [41]. Под компромиссом мы будем понимать 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 [43].

**Пользовательский профиль** – набор индивидуальных настроек пользователя, определяющий в каких пределах поддерживать те или иные параметры оборудования [4], т.е. устройств в УД.

**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 (настроек

оборудования) интеллектуальным ядром системы «Умный дом» должна быть осуществлёна за 4 основных этапа:

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

Технология динамического синтеза профиля схематически изображена на рисунке 2.1.

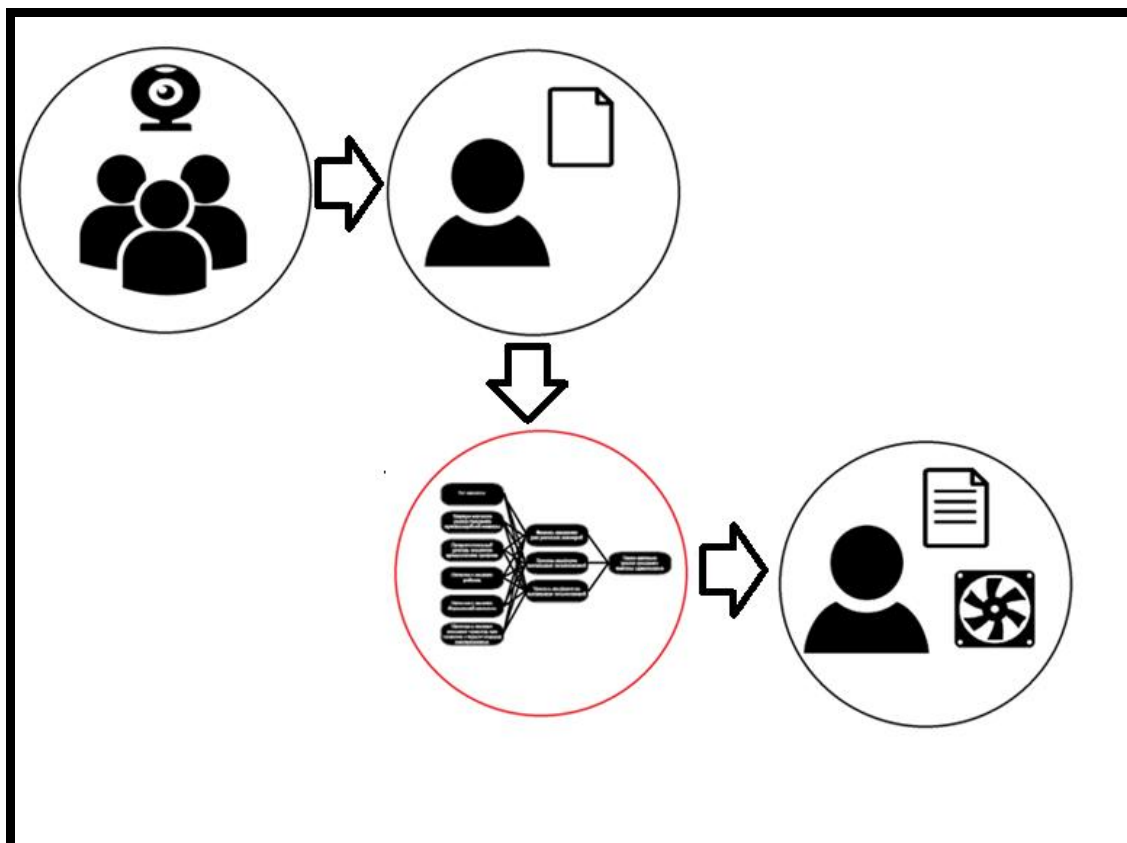


Рисунок 2.1 – Этапы применения профиля

Для того чтобы реализовать третий этап нам необходимо использовать специальный подход к принятию решений. Для этого разработаем базу знаний, которая станет основой экспертного управления настройками активного оборудования в составе интеллектуального ядра системы УД.

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.

Перейдем к составлению каждой модели.

## **2.2 Модельное обеспечение**

### **2.2.1 Факторное пространство воздействий 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**

Температура (от лат. *temperature* – надлежащее смешение, нормальное состояние) – 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 [6].

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 ныне 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 нуль. 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%(макс допустима до 65%)

## **Вентиляция**

Вентиляция (от лат. *ventilatio* – проветривание) – процесс удаления отработанного воздуха из помещения и замена его наружным [7]. 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: каналные и бесканальные.

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

## **Кондиционирование**

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 [4].

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 путём 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 заключённое в воздухе» (внутренняя энергия) остаётся 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 надёжны и просты в обслуживании.

### **Звук (аудио-мультимедиа)**

Громкость звука – субъективное восприятие силы звука (абсолютная величина слухового ощущения) [28]. 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), создаваемого синусоидальным тоном частотой 1 кГц такой же громкости, как и измеряемый звук (равногромким данному звуку). Уровень громкости в сонах и дБ представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Восприятие силы звука

Звук	Громкость, соны	Уровень громкости, фоны (дБ)
Порог слышимости	0	0
Тиканье наручных часов	~ 0,02	10
Шепот	~ 0,15	20
Звук настенных часов	~ 0,4	30
Приглушенный разговор	~ 1	40

## Продолжение таблицы 1 – Восприятие силы звука

Тихая улица	~ 2	50
Обычный разговор	~ 4	60
Шумная улица	~ 8	70
Опасный для здоровья уровень	~ 11,31	75
Пневматический молоток	~ 32	90
Кузнечный цех	~ 64	100
Громкая музыка	~ 128	110
Болевой порог	~ 256	120
Сирена	~ 512	130
Реактивный самолет	~ 2048	150
Смертельный уровень	~ 16384	180
Шумовое оружие	~ 65536	200

### **Электроприборы**

Виды электроприборов:

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

### **Освещенность**

Освещенность – это количество света или светового потока, падающего на единицу площади поверхности [27]. Измеряется в люксах (лк) и представлена в таблице 2. Единица освещенности люкс, лк имеет размерность люмен на квадратный метр (лм/м<sup>2</sup>).

Таблица 2 – Примеры освещенности

Описание	Освещённость, лк
Вне атмосферы на среднем расстоянии Земли от Солнца	135 000
Наибольшая солнечная освещённость при чистом небе	100 000
Обычная освещённость летом в средних широтах в полдень	17 000
В облачную погоду летом в полдень	12 000
При киносъёмке в студии	10 000
Обычная освещённость зимой в средних широтах	5 000
На футбольном стадионе (искусственное освещение)	1200
На открытом месте в пасмурный день	1000—2000
Восход и заход Солнца в ясную погоду	1000
В светлой комнате вблизи окна	1000
На рабочем столе для тонких работ	400–500
На экране кинотеатра	85–120
Необходимое для чтения	30–50
В море на глубине 50—60 м	до 20
Ночью в полнолуние	0,2
В безлунную ночь	0,001—0,002
В безлунную ночь при сплошной облачности	до 0,0002

### **Водоснабжение**

Водоснабжение – подача поверхностных или подземных вод водопотребителям в требуемом количестве и в соответствии с целевыми показателями качества воды в водных объектах [31]. 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 её 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 – (от лат. «legitimus») законный, правомерный [5].

Приоритет (от лат. prius- первый, старший) – понятие, показывающее важность, преимущество [47] .

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.).

Статус в профиле:

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

Классы людей, которые представлены на рисунке 2.2.1:

1      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.

2      Ребёнок – 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.

3      Подросток – человек в возрасте от 11 до 18 лет. Переходный этап между детством и взрослостью.

4      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.

5      Пожилой – человек в возрасте от 75 до 90 лет. Период жизни, когда некоторые функции в его организме дают сбой.

- 6      Люди с ограниченными возможностями (только из жильцов):
- По передвижению
  - По манипуляциям



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

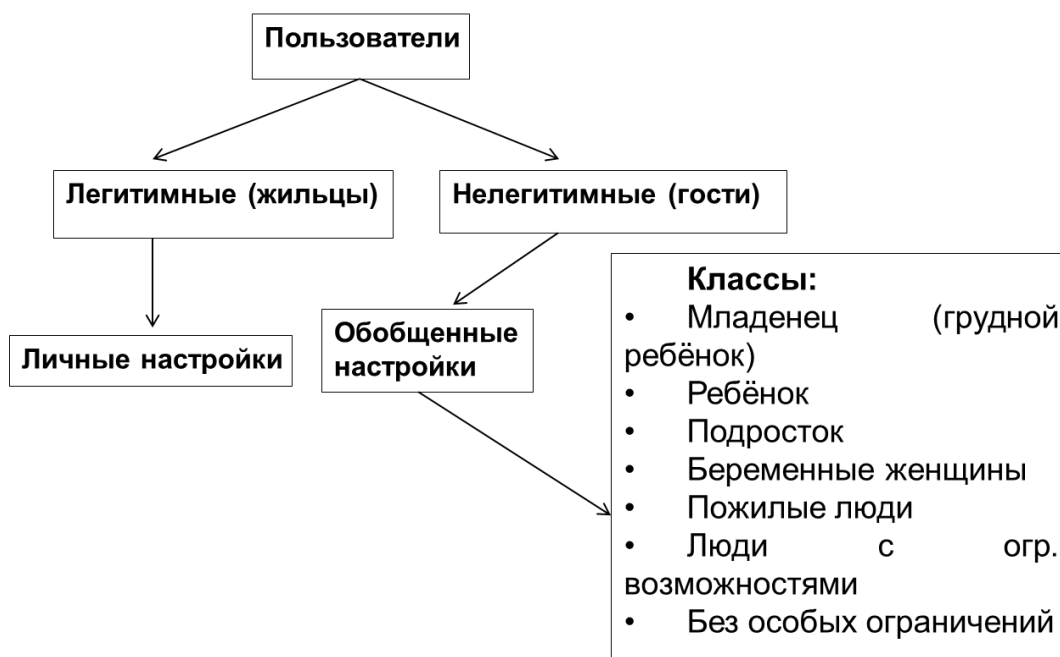


Рисунок 2.2.1 – Классы пользователей

Также все категории пользователей делятся на легитимные и нелегитимные. К легитимным относятся жильцы дома, а к нелегитимным гости. У легитимных пользователей в системе УД 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.

Для того чтобы посмотреть каким образом система должна реагировать на общие уязвимые категории людей, построим модель предпочтений для каждой категории пользователей, которая представлена в таблице 3 в приложении А.

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:

1 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.

2 Беременным женщинам и младенцам вредно находиться в комнате с громкой музыкой, поэтому снизить громкость по верхней границе уровня шума.

3 Младенцам, детям и пожилым людям не следует находиться в комнате, где открыты окна, и поэтому для обеспечения отсутствия сквозняков нужно по ситуации прикрыть окна.

4 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:

$$M_{пр}(вр, хоз, гост) = \{x\}\{г\}, \quad (2.1)$$

где  $M_{пр}$  – матрица принятия решений;  $вр$  – время;  $хоз$  – хозяин;  $гост$  – гость.

Матрица смежности зависит от модели дома, модели внешних факторов и

моделей профилей:

$$M_c = (M_d, M_{вн.ф}, M_{проф}), \quad (2.2)$$

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:

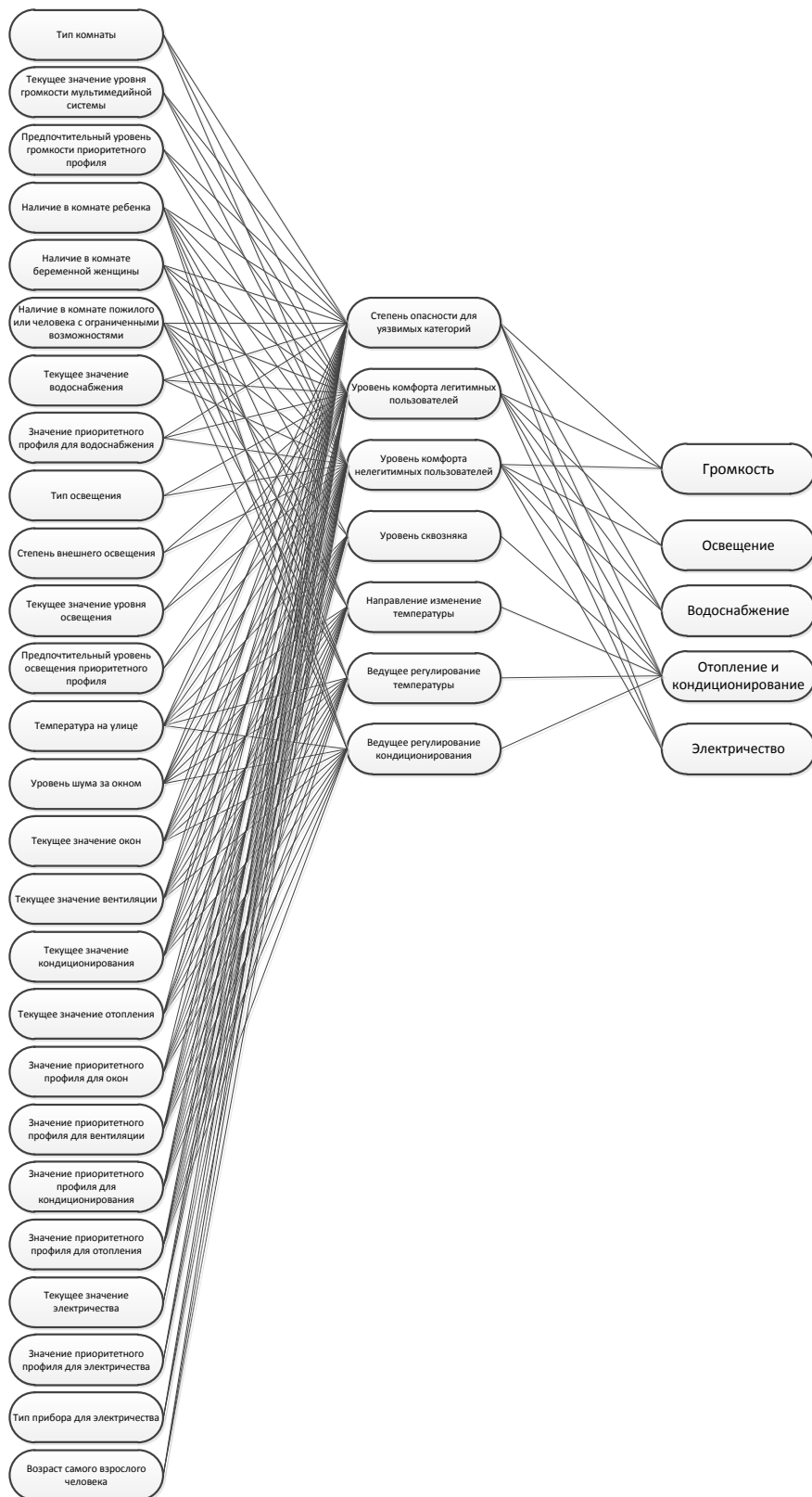
- поддерживать оптимальную температуру (особенно для младенцев, детей, беременных женщин и пожилых людей);
- ограничить громкость звука;
- обеспечить отсутствие сквозняков;
- отключить электроприборы повышенной опасности (если в комнате находится младенец, ребенок, подросток или пожилой).

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 УД, предполагает составление поля знаний, его формализации в виде структурированного дерева решений, и затем выявления набора правил логических обобщений. Имея подобные структуры, формируется решатель (ядро принятия решений), обеспечивающий

алгоритмическую обработку ситуационного обхода дерева решений. Общее дерево решений представлено на рисунке 3.1.2



### Рисунок 3.1.2 – Дерево принятия решений для управления в системе УД

Рассмотрим каждый фрагмент дерева подробнее.

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

1 Первый уровень – категоризация входных данных, определяющих ситуацию выбора настроек мультимедийной системы.

2 Второй уровень – обобщение исходных данных, в форме набора гипотез.

3 Третий уровень – вывод характера управляющего воздействия на мультимедийную систему.

Представим дерево принятия решений в виде графа, который представлен на рисунке 3.1.3, детализировав каждый уровень дерева принятия решений по составу.

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

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/ пожилого человека или человека с ограниченными возможностями» являются дискретными и относятся исключительно к гостям (тем, кто не имеет настроенного профиля в системе УД).

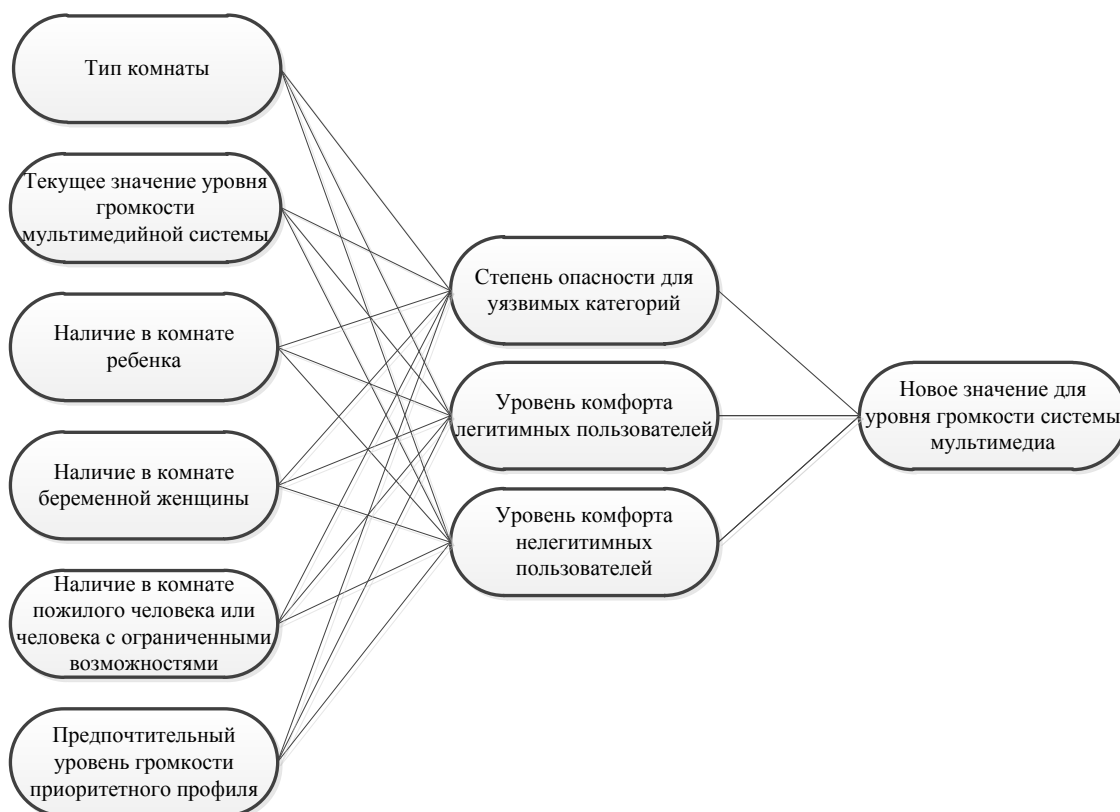


Рисунок 3.1.3 – Фрагмент дерева принятия решений для управления уровнем громкости системы мультимедиа в УД

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 3.1.3 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 3.1.4, выделив три уровня обобщения:

1 Первый уровень – категоризация входных данных, определяющих ситуацию выбора настроек освещения.

2 Второй уровень – обобщение исходных данных, в форме набора гипотез.

3 Третий уровень – вывод характера управляющего воздействия на освещение.

На первом уровне будет шесть вершин: *«Тип освещения»*, *«Степень внешнего освещения»*, *«Текущее значение освещения»*, *«Предпочтительный уровень освещения приоритетного (хозяйского) профиля»*, *«Наличие в комнате ребенка»*, *«Наличие в комнате беременной женщины»* и *«Наличие в комнате пожилого человека или человека с ограниченными возможностями»*, *«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/ пожилого человека или человека с ограниченными возможностями» являются дискретными и относятся исключительно к гостям (тем, кто не имеет настроенного профиля в системе УД).



Рисунок 3.1.4 – Фрагмент дерева принятия решений для управления уровнем освещения в системе УД

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».

Следующий фрагмент дерева принятия решений, отвечающий за управления **температурой**, представленный на рисунке 3.1.5, выделив три уровня обобщения:

1 Первый уровень – категоризация входных данных, определяющих ситуацию выбора настроек температуры.

2 Второй уровень – обобщение исходных данных, в форме набора гипотез.

3 Третий уровень – вывод характера управляющего воздействия на температуру.

На первом уровне будет шесть вершин: *«Текущее значение окон»*, *«Текущее значение вентиляции»*, *«Текущее значение кондиционирования»*, *«Текущее значение отопления»*, *«Предпочтительный уровень открытия окон приоритетного (хозяйского) профиля»*, *«Предпочтительный уровень работы вентиляции приоритетного (хозяйского) профиля»*, *«Предпочтительный уровень работы кондиционирования приоритетного (хозяйского) профиля»*, *«Предпочтительный уровень работы отопления приоритетного (хозяйского) профиля»*, *«Температура на улице»*, *«Наличие в комнате ребенка»*, *«Наличие в комнате беременной женщины»* и *«Наличие в комнате пожилого человека или человека с ограниченными возможностями»*, *«Тип комнаты»*.

Детализируем первый уровень. Первой вершиной является *«Текущее значение окон»*. Данная вершина может принимать следующие значения: «Открыты»; «Закрыты»; «Микро проветривание». Следующие вершины – *«Текущее значение вентиляции»*, *«Текущее значение кондиционирования»*,

*«Текущее значение отопления», «Предпочтительный уровень работы вентиляции приоритетного (хозяйского) профиля», «Предпочтительный уровень работы кондиционирования приоритетного (хозяйского) профиля», «Предпочтительный уровень работы отопления приоритетного (хозяйского) профиля», принимают значения: «Выключено»; «Минимально»; «Максимально». Вершина – «Предпочтительный уровень открытия окон приоритетного (хозяйского) профиля», принимает значения: «Открыты»; «Закрыты»; «Микро проветривание». А вершина – «Температура на улице», принимает значения: «Тепло»; «Прохладно»; «Холодно».*

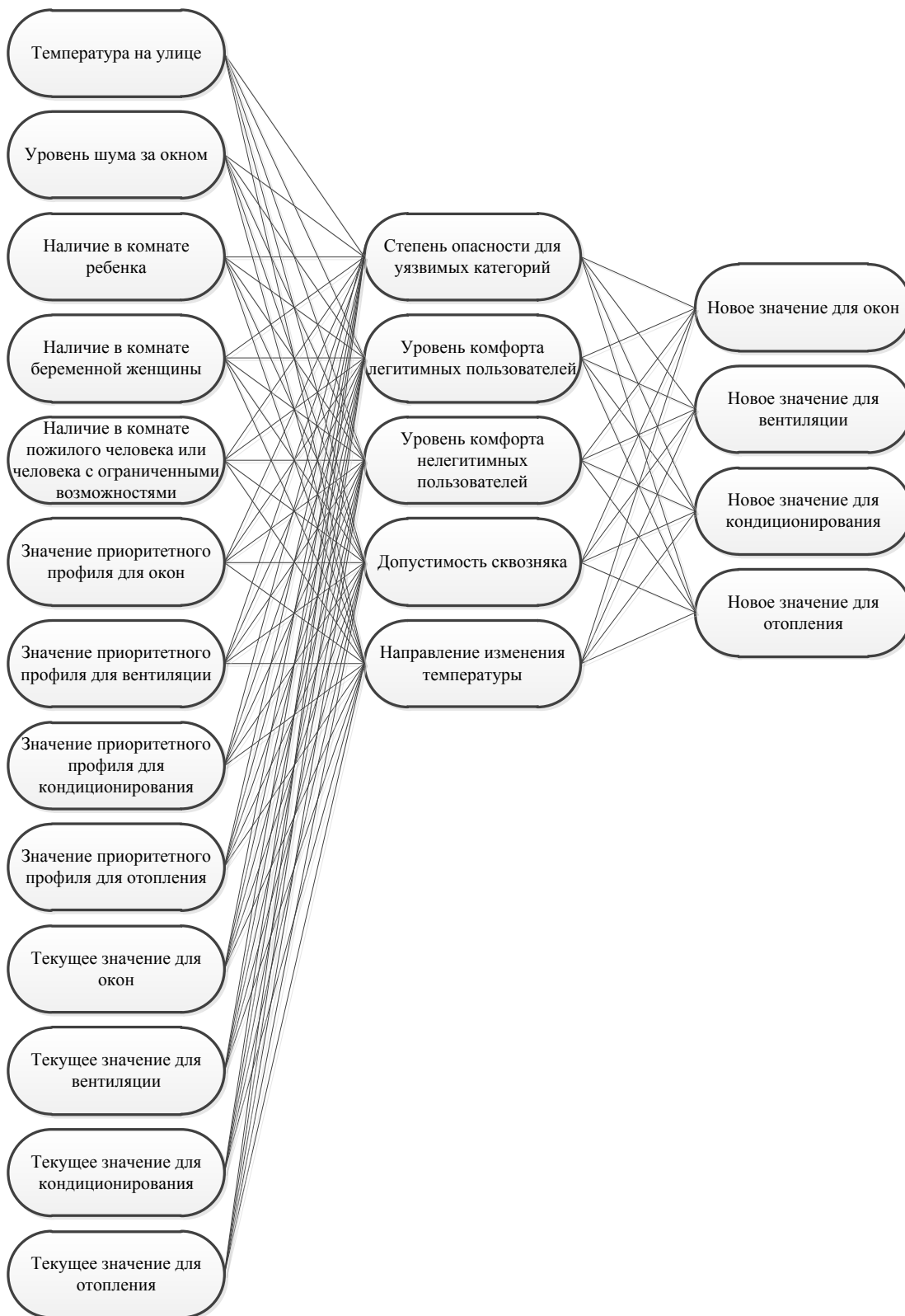


Рисунок 3.1.5 – Фрагмент дерева принятия решений для управления температурой в системе УД

На втором уровне обобщения будут проверяться следующие гипотезы: «*Ведущая категория опасности*», «*Направление изменение температуры*», «*Уровень комфорта легитимных и нелегитимных пользователей*», «*Ведущее регулирование температуры*» и «*Ведущее регулирование кондиционирования*». Вершина – «*Ведущая категория опасности*», принимает следующие значения: «Отсутствует»; «Ребенок»; «Беременная женщина», «Пожилой или человек с ограниченными возможностями»; Следующая вершина – «*Уровень комфорта легитимных и нелегитимных пользователей*» принимает следующие значения: «Довольны оба»; «Первый доволен, второй недоволен»; «Первый недоволен, второй доволен». А вершины «*Ведущее регулирование температуры*» и «*Ведущее регулирование кондиционирования*», принимают значения: «*Окна*», «*Кондиционирования*», «*Вентиляция*», «*Отопление*»

На третьем уровне (уровне выводов) будут вершины – «*Окна*», «*Кондиционирования*», «*Вентиляция*», «*Отопление*». Вершина «*Окна*», имеет следующие значения: «Открыты»; «Закрыты»; «Микро проветривание». А вершина «*Кондиционирования*», «*Вентиляция*», «*Отопление*»: «Выключено»; «Минимально»; «Максимально».

Рассмотрим следующий Фрагмент дерева принятия решений , отвечающий за управление **водоснабжением** в системе «Умный дом», выделив три уровня обобщения:

1 Первый уровень – категоризация входных данных, определяющих ситуацию выбора настроек водоснабжения.

2 Второй уровень – обобщение исходных данных, в форме набора гипотез.

3 Третий уровень – вывод характера управляющего воздействия на водоснабжение.

Представим дерево принятия решений в виде графа на рисунке 3.1.6, детализировав каждый уровень дерева принятия решений по составу.

На первом уровне будет шесть вершин: «*Тип комнаты*», «*Текущее значение водоснабжения*», «*Значение водоснабжения для приоритетного*

(хозяйского) профиля», «Наличие в комнате ребенка», «Наличие в комнате беременной женщины» и «Наличие в комнате пожилого человека или человека с ограниченными возможностями».

Детализируем первый уровень. Первой вершиной является «Тип комнаты». Данная вершина может принимать следующие значения: «Кухня»; «Спальня»; «Санузел»; «Гостиная и прочие». Вторая вершина – «Значение водоснабжения для приоритетного (хозяйского) профиля», которая принимает значения: «Включено»; «Выключено». А вершины «Наличие в комнате ребенка/беременной женщины/пожилого человека или человека с ограниченными возможностями» являются дискретными и относятся исключительно к гостям (тем, кто не имеет настроенного профиля в системе УД).

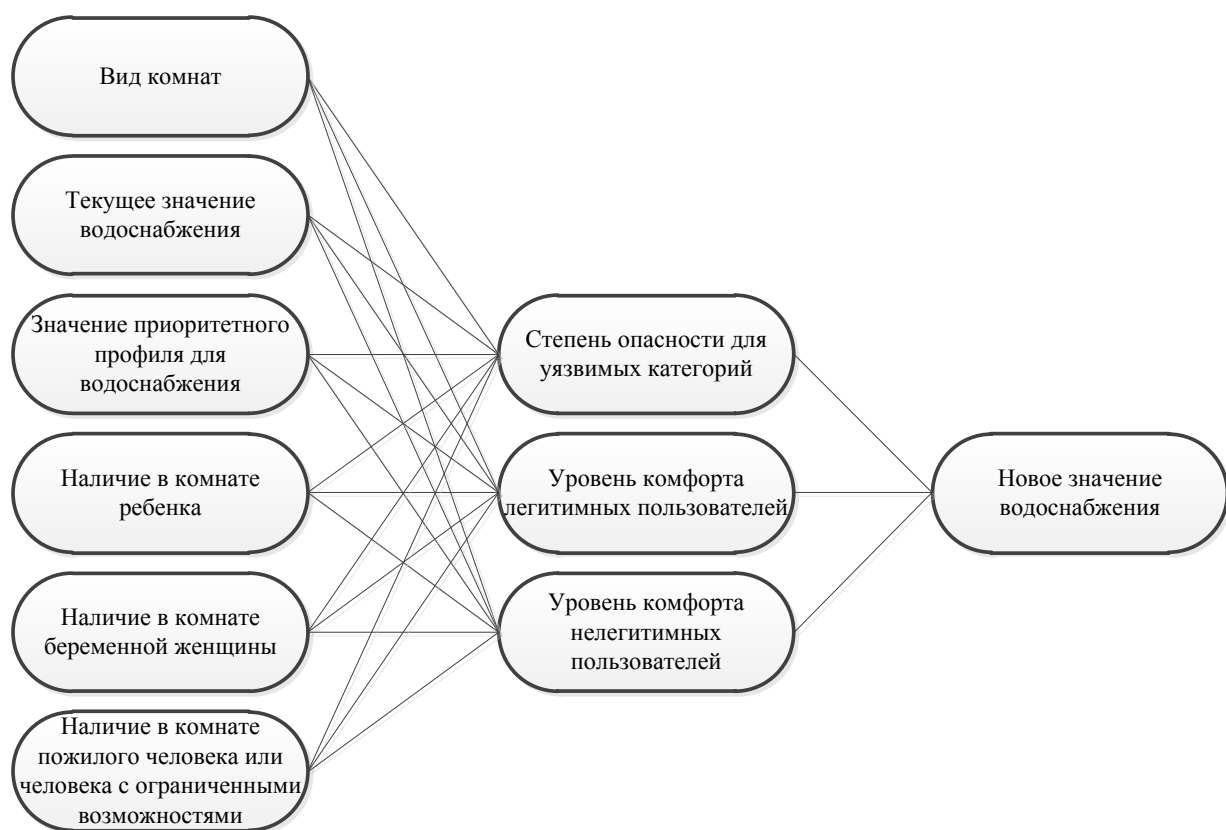


Рисунок 3.1.6 –Фрагмент дерева принятия решений для управления водоснабжение в системе УД

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 – «*Водоснабжение*», которая имеет следующие значения: «Включить»; «Выключить».

Рассмотрим последний фрагмент дерева принятия решений, отвечающий за управление **электричеством** в системе «Умный дом», представленный на рисунке 3.1.7, выделив три уровня обобщения:

4 Первый уровень – категоризация входных данных, определяющих ситуацию выбора настроек электричества.

5 Второй уровень – обобщение исходных данных, в форме набора гипотез.

6 Третий уровень – вывод характера управляющего воздействия на электричество.

Представим дерево принятия решений в виде графа изображенный на рисунке 3.1.7, детализировав каждый уровень дерева принятия решений по составу.

На первом уровне будет шесть вершин: «*Тип комнаты*», «*Текущее значение электричества*», «*Значение электричества для приоритетного (хозяйского) профиля*», «*Наличие в комнате ребенка*», «*Наличие в комнате беременной женщины*», «*Наличие в комнате пожилого человека или человека с ограниченными возможностями*», «*Тип прибора*» и «*Возраст самого взрослого*



*человека в комнате».*

Детализируем первый уровень. Первой вершиной является *«Тип комнаты»*. Данная вершина может принимать следующие значения: *«Кухня»; «Спальня»; «Санузел»; «Гостиная и прочие»*. Вторая вершина – *«Значение электричества для приоритетного (хозяйского) профиля»*, которая принимает значения: *«Включено»; «Выключено»*. А вершины *«Наличие в комнате ребенка/беременной женщины/ пожилого человека или человека с ограниченными возможностями»* являются дискретными и относятся исключительно к гостям (тем, кто не имеет настроенного профиля в системе УД). Еще одна вершина *«Тип прибора»*, которая принимает следующие значения: *«Свободные розетки»; «Электрические приборы с высокой опасностью»; «Электрические приборы с низкой опасностью»; «Электрические приборы с высокой интеграцией УД»*.

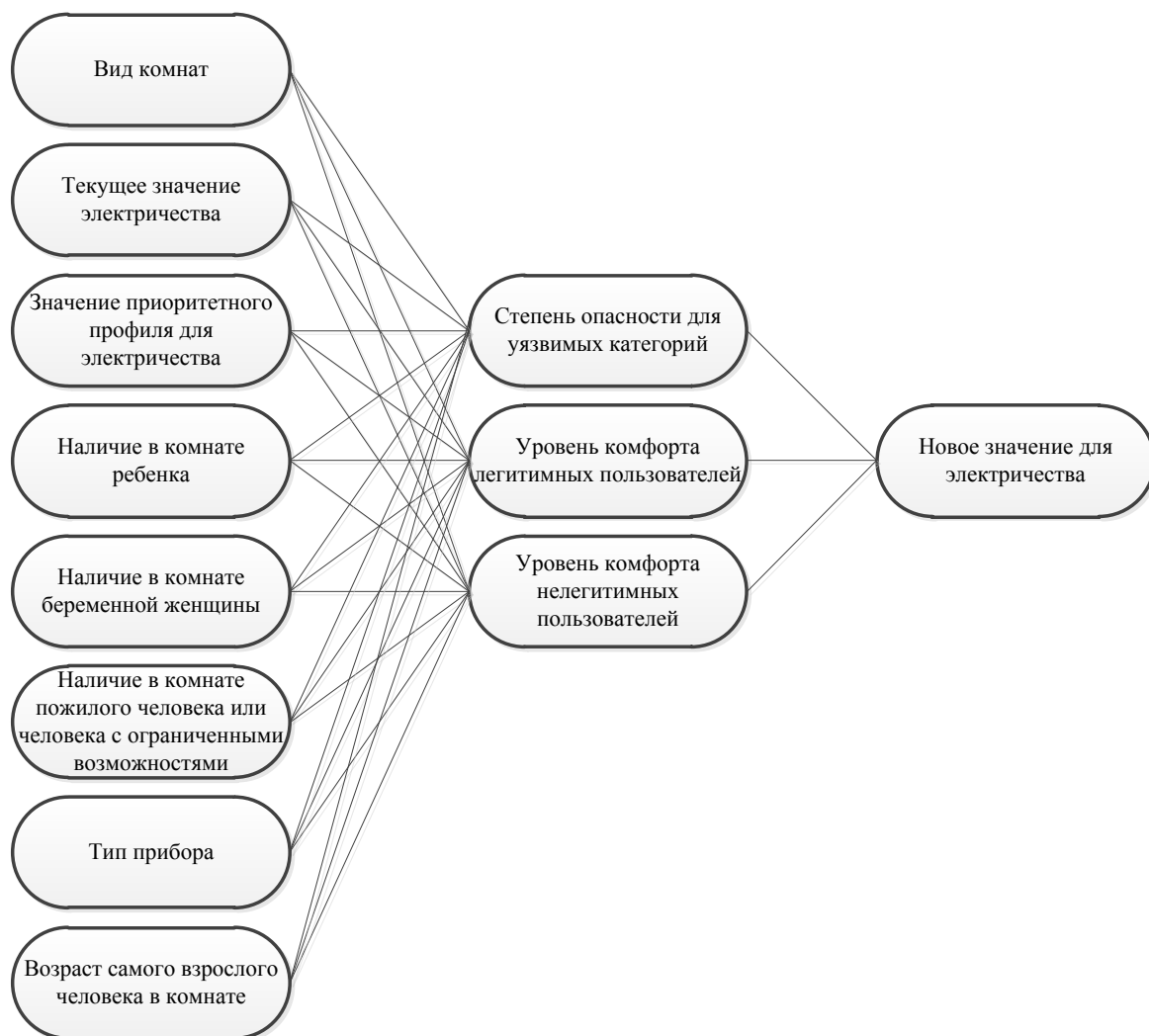


Рисунок 3.1.7 – Фрагмент дерева принятия решений для управления электричеством в системе УД

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 – «Электричество», которая имеет следующие значения: «Включить»; «Выключить».

Построенное поле знаний представлено в виде коллекции продукционных правил экспертной системы. В качестве оболочки формирования экспертной системы используется программа FLM\_Builder представленная на рисунке 3.1.8 [37], а в качестве модуля интеграции с ядром управления системой УД – динамически подключаемую библиотеку FLM\_Integrator [38].

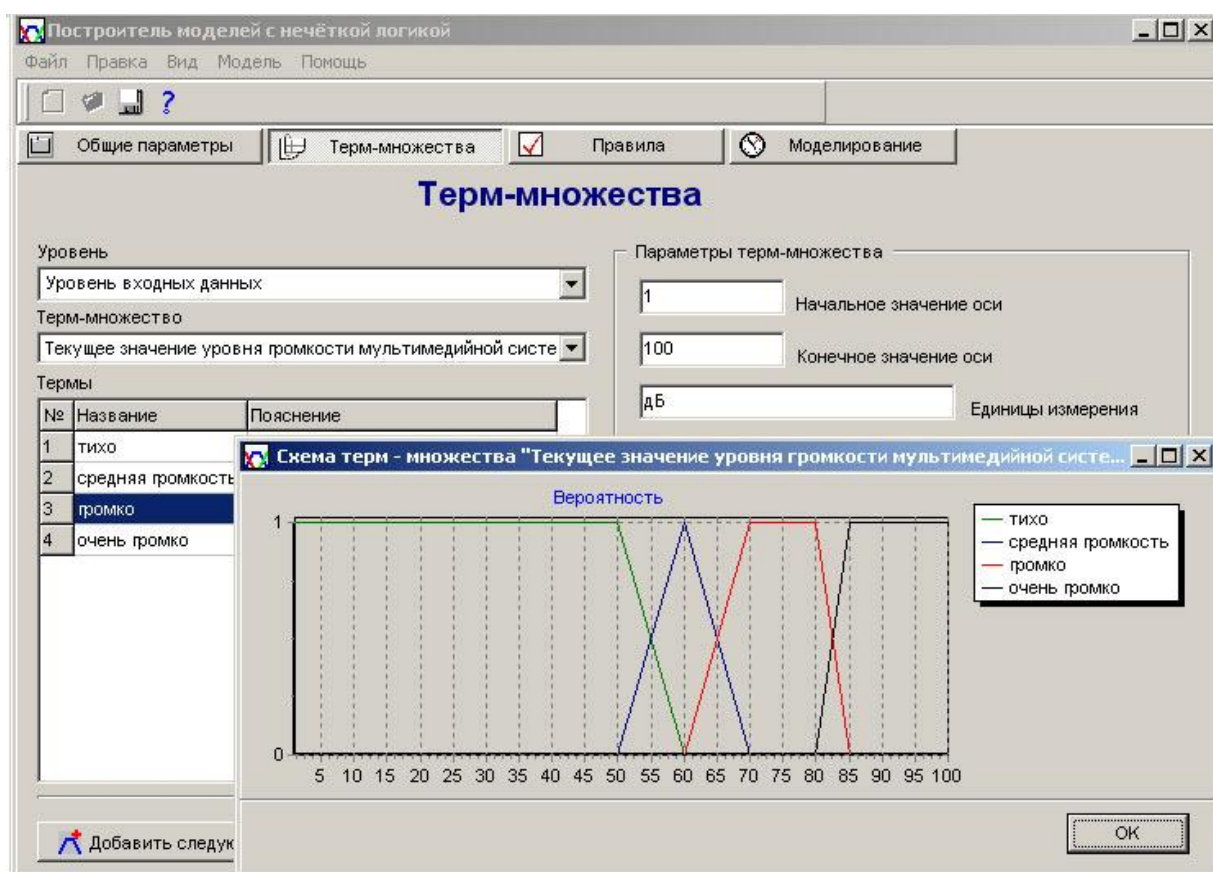


Рис. 3.1.8 – Модель экспертной системы для аспекта управления уровнем громкости систем мультимедиа в FLM\_Builder

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 УД 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 УД (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 безопасности и

комфорта 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:

$$Moц = (Mпр, Mc), \quad (2.3)$$

где  $Moц$  – модель оценки;  $Mпр$  – матрица принятия решений;  $Mc$  – матрица смежности.

Приведём 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 2.4.

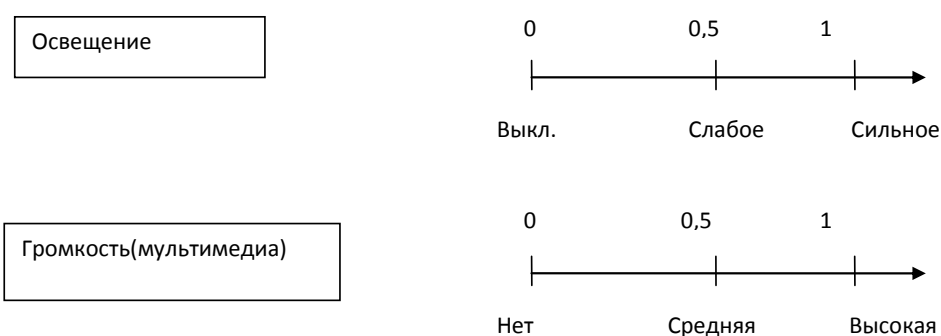


Рисунок 2.4 – Шкалирование настраиваемых приборов

**Заданы хозяйские и гостевые приоритеты (безопасные)**

– Настройки по первому прибору (освещенность):

$Hx1$  = сильное;

$Htb1$  = не определено;

$Ht1$  = слабое.

- Настройки по второму прибору (громкость):

$Hx2$  = высокая;

$Htb2$  = средняя;

$Ht2$  = низкая.

Обозначения:

$Hx1$  – настройки хозяина для 1 оборудования;

$Hx2$  – настройки хозяина для 2 оборудования;

$Ht$  – текущие настройки;

$Htb$  – безопасные требования.

**Синтезируем новый профиль, исходя из настроек (хозяина, безопасных требований и текущих настроек)**

Настройка результирующая по первому прибору:

$$Hr1 = Hx1, \quad (2.4)$$

где  $Hr$  – результирующая настройка;  $Hx1$  – настройки хозяина для 1 оборудования. По первому прибору безопасность не определена, поэтому берём настройку хозяина. Настройка результирующая по второму прибору:

$$Hr2 = Htb2, \quad (2.5)$$

где  $Hr$  – результирующая настройка;  $Htb$  – 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:

$$U_{x,г} = \sum_n U_{x,г} / n = 0,75, \quad (2.6)$$

где  $U_{x1}$  – удовлетворенность хозяина;  $U_{г1}$  – удовлетворенность гостя;  $n$  – количество приборов.

Удовлетворенность хозяина по первому прибору из примера равна:

$$U_{x1} = 1 \quad (2.7)$$

Удовлетворенность хозяина по второму прибору равна:

$$U_{x2} = 0,5 \quad (2.8)$$

Удовлетворенность гостя по первому прибору равна:

$$U_{г1} = 1, \quad (2.9)$$

По первому прибору у гостя нет требований, поэтому мы берем настройки по умолчанию.

Удовлетворенность гостя по второму прибору равна:

$$U_{г2} = 1, \quad (2.10)$$

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

**Итог:**

Удовлетворенность хозяина по двум показателям равна:

$$\sum_i U_x = 1,5 / 2 = 0,75 \quad (2.11)$$

Удовлетворенность гостя по двум показателям равна:

$$\sum_i U_g = 1 \quad (2.12)$$

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

## 2.5 Выводы

Во второй главе диссертационной работы 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 УД, управление освещением в системе УД, управление водоснабжением в системе УД, управление электричеством в системе УД, управление отоплением в системе УД, управление кондиционированием в системе УД. 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 её реализации, выберем инструмент экспертных систем.

Для проверки адекватности работы интеллектуального ядра системы управления УД, 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 3.1.

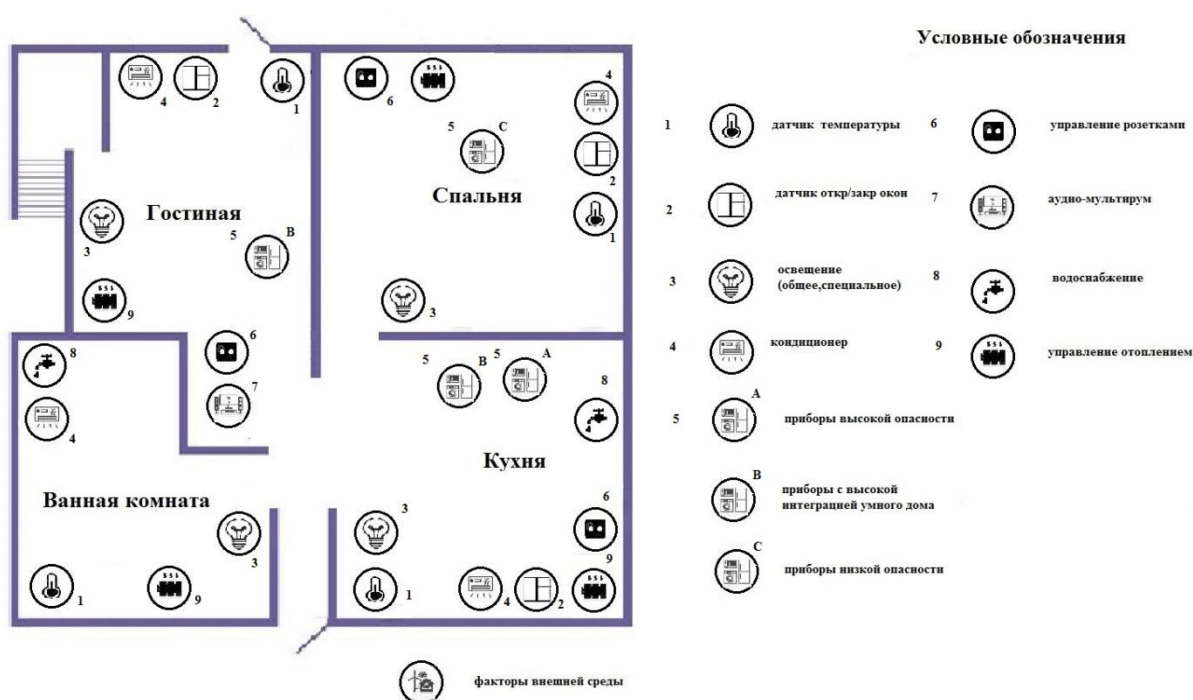


Рисунок 3.1.1 – План помещения

Вид комнат:

1 Комната №1(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 №2(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 №3(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 №4(Ванная комната):

- 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 учтём внешние факторы:

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

Семья состоит из троих человек: Петров Иван, Петрова Мария, Петров Алексей. У каждого из них есть свои личные настройки.

В таблицах 6,7 и 8 описаны личные настройки каждого человека.

Таблица 6 – Личные настройки первого человека

Фамилия, имя	<b>Петров Иван</b>
Пол	Мужской
Возраст	35 лет
Температура (все комнаты)	18
Окна (все комнаты)	открыты
Общее освещение (Кухня, Спальня, Санузел)	включено
Специальное освещение (Гостиная)	выключено
Кондиционер	включено
Свободные розетки	включено
Громкость (мультимедиа)(Гостиная, Кухня)	100дб
Громкость (мультимедиа)(Спальня)	60дб
Умный Телевизор (Гостиная)	включено
Стационарный телефон (Спальня)	включено
Настольная лампа (Спальня)	включено
Контроль горячей воды (Кухня, Санузел)	выключено
Холодильник (Кухня)	включено
Стиральная машина (Санузел)	включено
Микроволновая печь (Кухня)	включено
Печь (Кухня)	включено
Отопление (Все комнаты)	включено

Таблица 7 – Личные настройки второго человека

Фамилия, имя	<b>Петрова Мария</b>
Пол	Женский
Возраст	30 лет
Температура (все комнаты)	22
Окна (все комнаты)	закрыты
Общее освещение (Кухня, Гостиная, Санузел)	включено
Специальное освещение (Спальня)	включено
Кондиционер	выключено
Свободные розетки	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, Санузел)	выключено
Холодильник (Кухня)	включено
Стиральная машина (Санузел)	включено
Микроволновая печь (Кухня)	включено
Печь (Кухня)	включено
Отопление (Все комнаты)	включено

Таблица 8– Личные настройки третьего человека

Фамилия, имя	<b>Петров Алексей</b>
Пол	Мужской
Возраст	1 год
Температура (все комнаты)	20
Окна (все комнаты)	закрыты
Общее освещение (Кухня, Гостиная, Санузел)	включено
Специальное освещение (Спальня)	включено
Кондиционер	выключено
Свободные розетки	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, Санузел)	включено
Холодильник (Кухня)	выключено
Стиральная машина (Санузел)	выключено
Микроволновая печь (Кухня)	выключено
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 написанные нами в процессе проведения исследования, имитатор. Интерфейс представлен на рисунке 3.2.

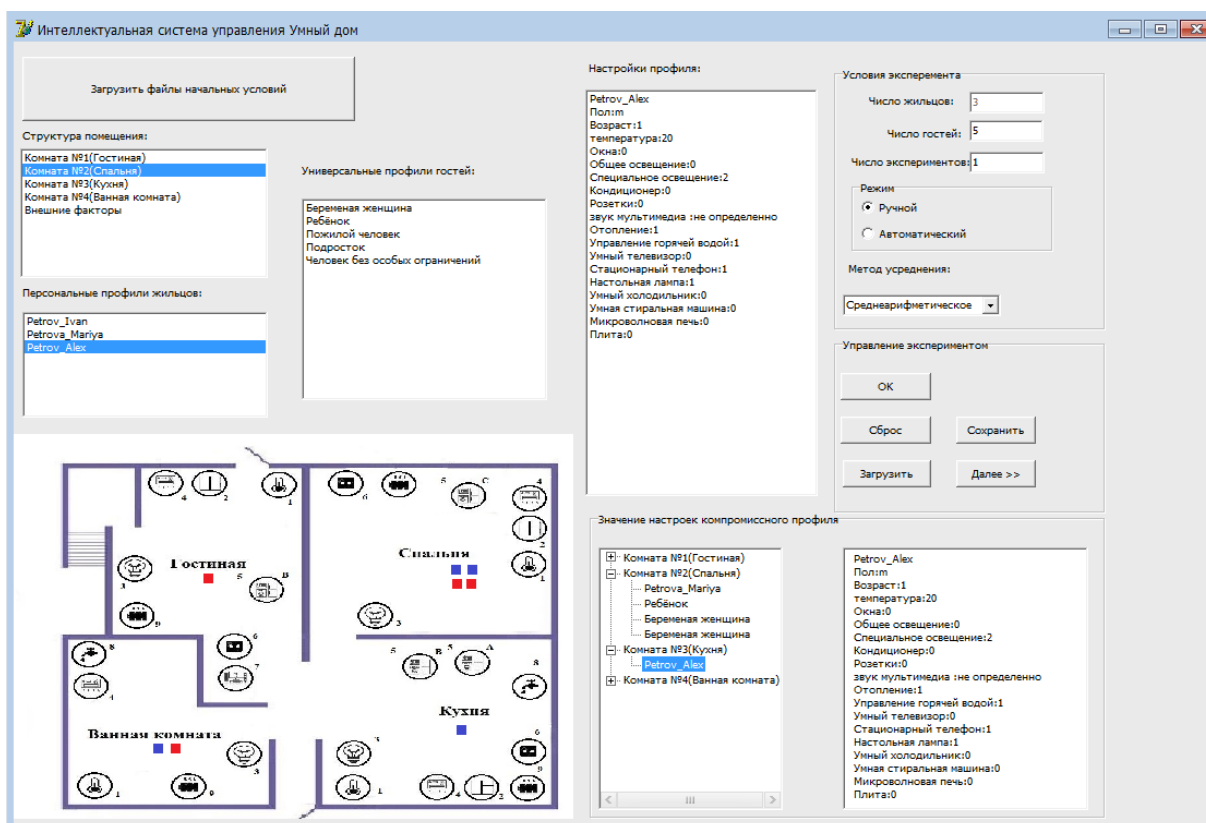


Рисунок 3.2 – Имитатор работы системы УД

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:

1. Случайным образом размещаются по помещениям члены семьи и гости;
2. Для каждой комнаты запускается отработка экспертной системы (ЭС) ядра управления УД и происходит синтез динамического профиля;
3. Затем применение профиля и оценка удовлетворённости 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 или по Колмагорову).

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 [39].

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 30 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 Б.

### **3.3 Обработка результатов**

При построении гистограммы изображенной на графике 3.3 для оценки уровня удовлетворённости 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 46%.



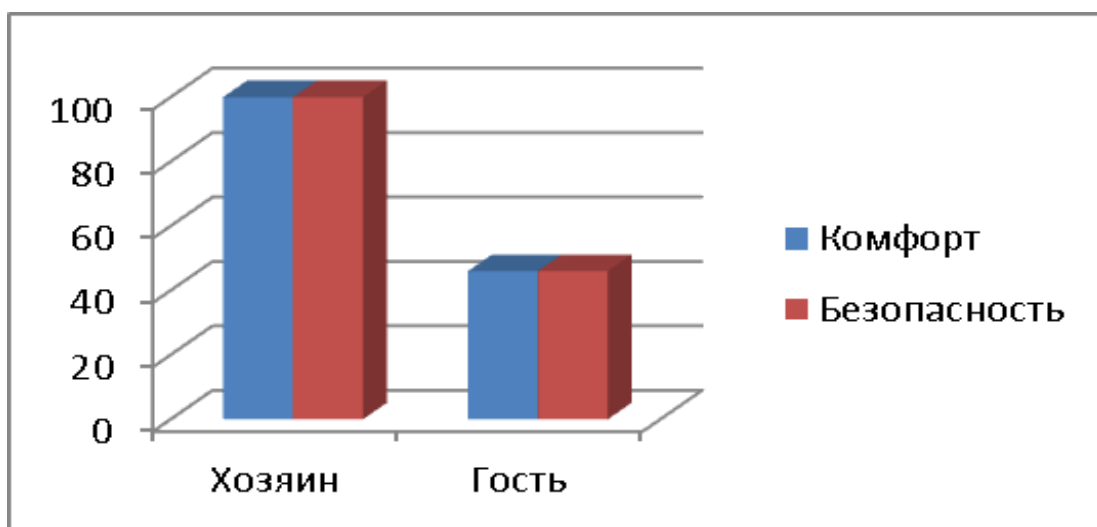


График 3.3 – Показатель оценки уровня комфорта и безопасности до эксперимента с ориентацией на хозяина

А в случае если система ориентируется только по профилю гостя, то ухудшается показатель комфорта у хозяина до 54% при построении гистограммы представленной на графике 3.4.

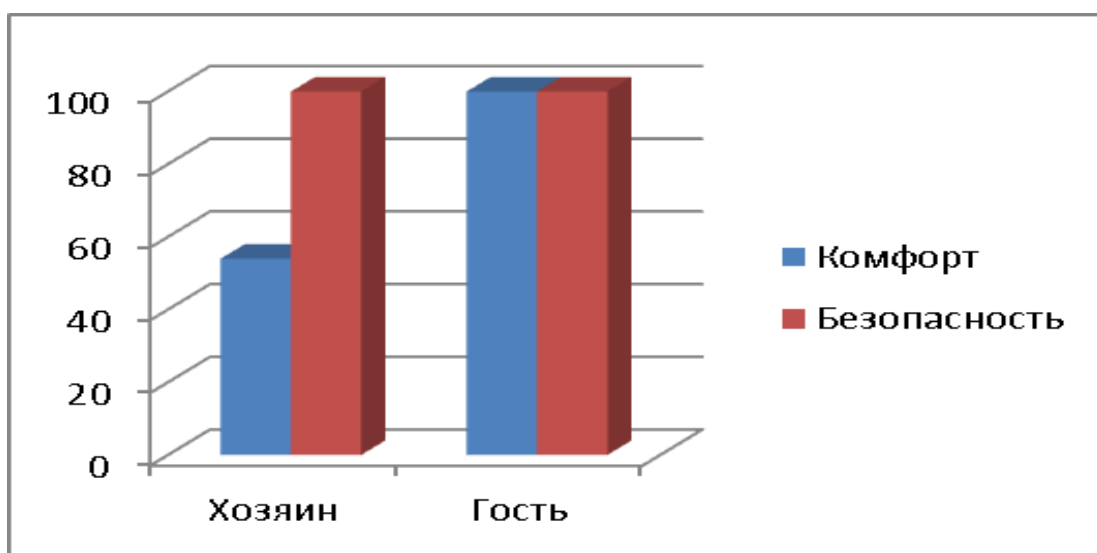


График 3.4 – Показатель оценки уровня комфорта и безопасности до эксперимента с ориентацией на гостя

После проведения 30 экспериментов на имитаторе, получили сравнительный график результатов обработки экспериментов. При построении гистограммы представленной на графике 3.5 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.

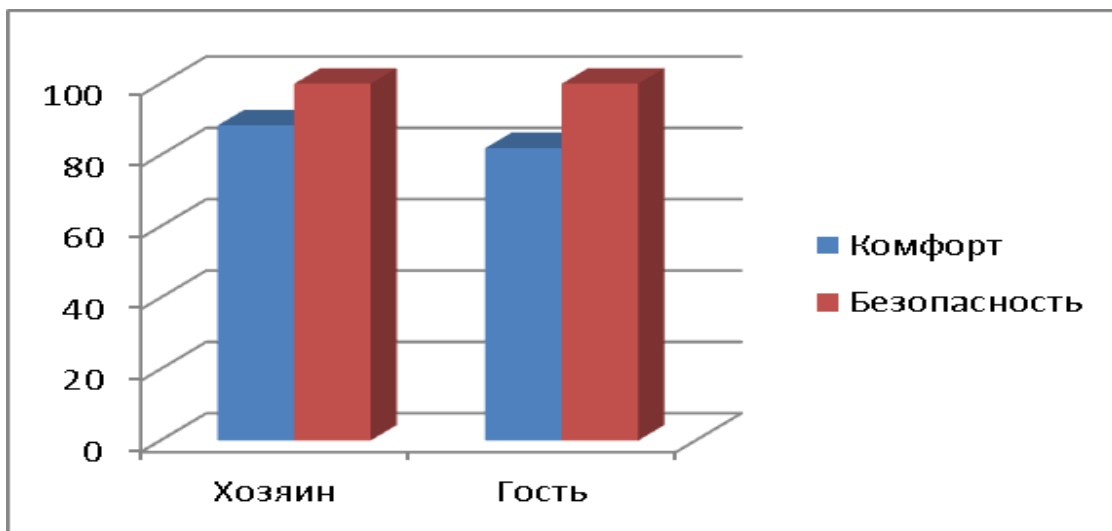


График 3.5 – Показатель оценки уровня комфорта и безопасности после эксперимента при интеллектуальном управлении системой УД

В результате эксперимента был определен положительный эффект, что подтверждает повышение безопасности гостей на 54% и комфорта хозяев на 34%.

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 УД, осуществляющего динамический синтез компромиссного профиля, был разработан программный имитатор. Программный имитатор состоящий из четырёх 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 54 % для гостей, а повышение комфорта на 34 % для хозяев.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом данной диссертационной работы стала разработка методики динамического синтеза пользовательских профилей в технологии «Умный дом».

В ходе работы были решены следующие задачи:

1 Выявлено, что недостатком существующей технологии управления «Умным домом» по профилям, является возможность непреднамеренного нанесения вреда определенным категориям людей.

2 Исследована предметная область и составлена база знаний, включающая: модель дома, модель человека, модель ситуации и дерево принятия решений.

3 Предложена методика синтеза динамического компромиссного профиля используя механизм интеллектуального принятия решений.

4 Проведен имитационный эксперимент, демонстрирующий повышение безопасности на 54 % для гостей и комфорта на 34 % для хозяев.

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

Практическая значимость: повышена степень безопасности людей, присутствующих в помещениях управляемых системой УД.

По результатам диссертационного исследования опубликовано две научные статьи [48,49].

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БЗ	– база знаний;
ИИ	– искусственный интеллект;
ИМ	– имитационное моделирование;
ТПР	– теория принятия решений;
УД	– умный дом;
ПК	– персональный компьютер;
ЭС	– экспертная система.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Аверилл, М. Л. Имитационное моделирование / М. Л. Аверилл, В. Д. Кельтон. – М.: Питер, 2004. – 848 с.
- 2 Бизнес журнал – Умный дом – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://b-mag.ru/themes/smart-house/>.
- 3 Богданов, С.В. Умный дом / С.В. Богданов. – СПб.: Наука и техника 2005. – 208 с.
- 4 Большая советская энциклопедия – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://dic.academic.ru/> .
- 5 Большой юридический словарь – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://slovar.cc/pravo/slovar/2466296.html>.
- 6 Большая советская энциклопедия – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/171190>.
- 7 Вентиляция – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.ates.spb.ru/ventilation.html>.
- 8 Викторова, Л.А. Обеспечение комфорта среды жизнедеятельности при проектировании промышленных предприятий: монография / Л.А. Викторова – М.: 2004. –117 с.
- 9 Гаврилова, Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем: учеб. пособие / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
- 10 Глушаков, С.В. Программирование в среде Delphi 7.0.: учебный курс / С.В. Глушаков, А. Клевцов.- Харьков: Фолио, 2003. - 528 с.
- 11 Гаскаров, Д.В. Интеллектуальные информационные системы/ Д.В. Гаскаров. – М.: Высшая школа, 2003. – 432с. - ISBN 5-06-004611-7.
- 12 Гололобов, В.Н. Умный дом своими руками / В.Н. Гололобов. – М.: НТ Пресс, 2007. – 416с.
- 13 Девятков, В.В. Имитационное моделирование: учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков. – М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2013.

- 368 с.

14 Девятков, В.В. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие для вузов/ В.В. Девятков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001. – 352 с.

15 Журнал Мир ПК – «Умнеющий дом» – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: [www.pcworld.ru](http://www.pcworld.ru) .

16 Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: пер. с англ. Математика / Л. Заде – Выпуск 3. – М.: Мир, 1976. – 168 с.

17 Захаров, В.Н. Искусственный интеллект: программные и аппаратные средства/ В.Н. Захаров, В.Ф. Хорошевский. – М.: Радио и связь, 1990. - 368 с.

18 Интернет дом – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.i-dom.ru>.

19 Кудрявцев, Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем/ Е.М. Кудрявцев. – М.: ДМК Пресс, 2004.- 320 с.:ил. (Серия «Проектирование»).

20 УМНЫЙ ДОМ – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://instalperm.narod.ru/files/post2.html>.

21 Концепция системы «Умный Дом» — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.ascentis.ru/smart/smtheory/39-smtheorycon>.

22 Круглов, В. В. Нечёткая логика и искусственные нейронные сети: учебное пособие для студентов вузов/ В. В. Круглов, М. И. Дли, Р. Ю. Голунов. – М.: Физматлит, 2001. – 224 с.

23 Марк, Э.С. Практические советы и решения по созданию «Умного дома»/ Э.С. Марк. – М.: НТ Пресс, 2007. – 432с.

24 Нильсон, Н. Искусственный интеллект. Методы поиска решений/ Н. Нильсон. – М.: Мир, 1973. – 354 с.

25 Новый взгляд на умный дом — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://izvestia.ru/news/556919/>.

26 Рассел, С. Искусственный интеллект: пер. с англ., современный подход, 2-е изд./ С. Рассел, П. Норвиг.– М.: Вильямс, 2007. – 1408 с.

27 Светотехнические величины: световой поток, сила света, освещенность, светимость, яркость – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://electricalschool.info/main/lighting/1154-svetotekhnicheskie-velichiny-svetovojj.html>.

28 Система домашней автоматизации – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://pro-smarthome.ru/multiroom>.

29 Система «умный дом» – концепция умного дома – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://energorus.com/sistema-umnyj-dom-konceptsiya-umnogo-doma/>.

30 Сопер, М.Э. Практические советы и решения по созданию « Умного дома » / М. Э. Сопер. – М.: НТ Пресс, 2007. - 432 с.

31 Строительство ремонт отделка своими руками – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://magak.ru/vodosnabgenie> (водоснабжение).

32 Тесля, Е.А. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире: учеб. пособие / Е.А.Тесля – СПб.: Питер, 2008. – 224с.

33 Трудовые споры и конфликты: порядок разрешения – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: [http://dps.smrtlc.ru/Od\\_PM/Od\\_12\\_3.htm](http://dps.smrtlc.ru/Od_PM/Od_12_3.htm).

34 Углев, В.А. SmartHome: текущее состояние в РФ и перспективные направления исследований / В.А. Углев // Робототехника и искусственный интеллект: Материалы IV Международной научно-технической конференции – Железногорск: СФУ, 2012. – С. 88-91.

35 Углев, В.А. Автоматизация на базе концепции «Умный дом»: проблемы интеллектуализации / В.А. Углев // Робототехника и искусственный интеллект: Материалы III международной научной конференции– Красноярск: Центр информации, 2012. – С. 40-44.



36 Углев, В.А. К вопросу описания профилей работы оборудования при реализации концепции автоматизации «Умный дом» / В.А. Углев // Интеллект и наука: Материалы XII Международной научно-практической конференции – Красноярск: Центр информации, 2012. – С. 86-87.

37 Углев, В.А. Разработка экспертных систем с применением внешних модулей / В.А. Углев, Б.С. Добронев // Молодёжь и наука: начало XXI века: Материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. – С. 305-306.

38 Углев, В.А. Динамически подключаемая библиотека "FLM\_Integrator" / В.А. Углев, В.А. Измайлов. – М.: Роспатент, 2012. – №2012613119 от 30.03.2012.

39 Углев, В. А. Имитационное моделирование : учеб. пособие / В. А. Углев, В. А. Устинов ; Сиб. федер. ун-т, ХТИ – филиал СФУ. – Абакан : РИО ХТИ – филиала СФУ, 2011. – 117 с.

40 «Умный дом»: идеология или технология» — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/umnyy-dom-ideologiya-ili-tehnologiya>.

41 Управление конфликтами и стрессами. Этика деловых отношений — [Электронный Ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://studopedia.ru/2\\_50029\\_vopros--upravlenie-konfliktami-i-stressami-etika-delovih-otnosheniy.html](http://studopedia.ru/2_50029_vopros--upravlenie-konfliktami-i-stressami-etika-delovih-otnosheniy.html).

42 Фаронов, В. Delphi. Программирование на языке высокого уровня: учебник для вузов/ В. Фаронов. – СПб.: Питер, 2003.-640с.

43 Философская энциклопедия – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_philosophy/3307](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/3307) .

44 Хант, Э. Искусственный интеллект: академическое издание/ Э. Хант. – М.: Мир, 1978. – 558 с.

45 Харке, В. Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и систем коммуникаций в жилом помещении / В. Харке. – М.: Техносфера, 2006. – 288 с.

46 Элсенпитер, Т. Р. Умный дом строим сами : пер. с англ. / Т. Р. Элсенпитер, Дж. Велт.– М.: КУДИЦ – ОБРАЗ,2005.-384 с.

47 Энциклопедии и словари – [Электронный Ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://enc-dic.com/word/p/Prioritet-15397.html> .

48 Яковлева, М.О. Динамический синтез профиля работы системы «Умный дом» / М.О. Яковлева // Перспективные методы и средства интеллектуальных систем // Материалы всероссийского научно-практического семинара и школы молодых ученых. – Новосибирск: НГТУ, 2015. – С. 48-49.

49 Яковлева, М.О. Методическое и алгоритмическое обеспечение интеллектуальной системы управления в технологии «умный дом» / М.О. Яковлева, В.А. Углев // Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта: Материалы Международной конференции. – Днепропетровск: НГУ, 2016 (в печати).

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 3 – Модель предпочтений для уязвимых категорий граждан

Категория граждан	Объекты	Настройки	Исключение	Зона действия
<b>1.Младенец</b>	электричество	Отключение всех видов электроприборов и розеток, если младенец находится рядом	Не отключать, если есть контроль взрослого	Гостиная Спальня Кухня
	температура	Температура (20-22°С); Обеспечить отсутствие сквозняков, т.е. закрыть окна;		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната
	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 комната
	<b>2.Ребёнок</b>	электричество	Отключение всех видов электроприборов, кроме приборов низкой опасности. Отключение розеток, если ребенок находится рядом	Не отключать, если есть контроль взрослого

Продолжение таблицы 3 – Модель человека для уязвимых категорий граждан

	температура	Температура (20-22°C); Обеспечить отсутствие сквозняков, т.е. закрыть окна;		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната
	вентиляция	Приточная вентиляция с подогревом		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната
	звук	Громкость звука – не определена		Гостиная
	освещенность	Общее освещение		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната
	водоснабжение	Отключать горячую воду, если ребенок находится рядом	Не отключать, если есть контроль взрослого	Кухня Ванная комната
<b>3.Подросток</b>	электричество	Отключение электроприборов высокой опасности. Приборы низкой опасности не отключать. Розетки включены.	Не отключать электроприборы высокой опасности , если есть контроль взрослого	Гостиная Спальня Кухня
	температура	Температура (18-20°C); Закрытие окон - не определено		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната
	вентиляция	Приточная вентиляция - не определена		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната
	звук	громкость звука – не определена		Гостиная

Продолжение таблицы 3 – Модель человека для уязвимых категорий граждан

	освещенность	Общее освещение		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната
	водоснабжение	Не отключать горячую воду		Кухня Ванная комната
<b>4.Беременная женщина</b>	электричество	Включены электроприборы. Розетки включены.		Гостиная Спальня Кухня
	температура	Температура (20-22°C); Закрытие окон - не определено		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната
	вентиляция	Приточная вентиляция - не определена		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната
	звук	Ограничить громкость звука до 50дБ.		Гостиная
	освещенность	Общее освещение		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната
	водоснабжение	Не отключать горячую воду		Кухня Ванная комната
<b>5.Пожилые люди</b>	электричество	Включены электроприборы. Розетки включены.		Гостиная Спальня Кухня
	температура	Температура (20-22°C); Обеспечить отсутствие сквозняков, т.е. закрыть окна;		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната

Продолжение таблицы 3 – Модель человека для уязвимых категорий граждан

	вентиляция	Приточная вентиляция с подогревом		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната
	звук	Обеспечить громкость звука 100дБ.		Гостиная
	освещенность	Специальное освещение (яркое)		Гостиная Спальня Кухня
	водоснабжение	Не отключать горячую воду		Кухня Ванная комната
<b>6.без особых ограничений</b>	электричество	Включены электроприборы. Розетки включены.		Гостиная Спальня Кухня
	температура	Температура (18-20°С); Закрытие окон - не определено		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната
	вентиляция	Приточная вентиляция – не определено		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната
	звук	Громкость звука - не определена.		Гостиная
	освещенность	Общее освещение		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната
	водоснабжение	Не отключать горячую воду		Кухня Ванная комната
<b>7.люди с ограниченными возможностями</b>	электричество	Отключение всех видов электроприборов, кроме приборов низкой опасности. Розетки включены.	Не отключать электроприборы высокой опасности, если есть контроль взрослого	Гостиная Спальня Кухня

Окончание таблицы 3 – Модель человека для уязвимых категорий граждан

	температура	Температура (20-22°C); Обеспечить отсутствие сквозняков, т.е. закрыть окна;		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната
	вентиляция	Приточная вентиляция с подогревом		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната
	звук	Громкость звука не определена.		Гостиная
	освещенность	Общее освещение		Гостиная Спальня Кухня Ванная комната
	водоснабжение	Не отключать горячую воду		Кухня Ванная комната

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

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

ЭКСПЕРИМЕНТ №1

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROV\_IVAN}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROVA\_MARIYA}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОЖИЛОЙ ЧЕЛОВЕК}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОЖИЛОЙ ЧЕЛОВЕК}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:64 ПРИОРПРОФИЛЬ:50

РЕЗУЛЬТАТ:50

ЭКСПЕРИМЕНТ №2

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROV\_ALEX}

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 {PETROV\_IVAN}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROV\_ALEX}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {БЕРЕМЕННАЯ ЖЕНЩИНА}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:84 ПРИОРПРОФИЛЬ:50

РЕЗУЛЬТАТ:40

ЭКСПЕРИМЕНТ №4

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROV\_IVAN}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:16 ПРИОРПРОФИЛЬ:80

РЕЗУЛЬТАТ:80

ЭКСПЕРИМЕНТ №5

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROVA\_MARIYA}



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 {PETROVA\_MARIYA}  
В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ЧЕЛОВЕК БЕЗ ОСОБЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ}  
ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:79 ПРИОРПРОФИЛЬ:50  
РЕЗУЛЬТАТ:90

ЭКСПЕРИМЕНТ №7

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROV\_ALEX}  
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 {PETROV\_ALEX}  
В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОЖИЛОЙ ЧЕЛОВЕК}  
ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:85 ПРИОРПРОФИЛЬ:40  
РЕЗУЛЬТАТ:50

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 {PETROVA\_MARIYA}

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 {PETROV\_IVAN}

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 {PETROV\_IVAN}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROVA\_MARIYA}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROV\_ALEX}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {БЕРЕМЕННАЯ ЖЕНЩИНА}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:68 ПРИОРПРОФИЛЬ:50

РЕЗУЛЬТАТ:80

ЭКСПЕРИМЕНТ №15

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROVA\_MARIYA}

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 {PETROV\_ALEX}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:0 ПРИОРПРОФИЛЬ:40

РЕЗУЛЬТАТ:50

ЭКСПЕРИМЕНТ №17

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROV\_IVAN}

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

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:89 ПРИОРПРОФИЛЬ:80

РЕЗУЛЬТАТ:60

ЭКСПЕРИМЕНТ №18

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROV\_IVAN}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROVA\_MARIYA}

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 {PETROV\_ALEX}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {РЕБЁНОК}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:73 ПРИОРПРОФИЛЬ:40

РЕЗУЛЬТАТ:40

ЭКСПЕРИМЕНТ №20

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROV\_IVAN}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROVA\_MARIYA}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОДРОСТОК}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {РЕБЁНОК}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:30 ПРИОРПРОФИЛЬ:50

РЕЗУЛЬТАТ:50

ЭКСПЕРИМЕНТ №21

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОЖИЛОЙ ЧЕЛОВЕК}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:3 ПРИОРПРОФИЛЬ:90

РЕЗУЛЬТАТ:90

ЭКСПЕРИМЕНТ №22

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROV\_ALEX}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОДРОСТОК}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОЖИЛОЙ ЧЕЛОВЕК}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:12 ПРИОРПРОФИЛЬ:40

РЕЗУЛЬТАТ:80

ЭКСПЕРИМЕНТ №23

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROVA\_MARIYA}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROV\_ALEX}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:69 ПРИОРПРОФИЛЬ:50

РЕЗУЛЬТАТ:40

ЭКСПЕРИМЕНТ №24

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROV\_IVAN}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОЖИЛОЙ ЧЕЛОВЕК}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:94 ПРИОРПРОФИЛЬ:80

РЕЗУЛЬТАТ:80

ЭКСПЕРИМЕНТ №25

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROV\_IVAN}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:77 ПРИОРПРОФИЛЬ:80

РЕЗУЛЬТАТ:50

ЭКСПЕРИМЕНТ №26

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROVA\_MARIYA}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {БЕРЕМЕННАЯ ЖЕНЩИНА}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:61 ПРИОРПРОФИЛЬ:50

РЕЗУЛЬТАТ:40

ЭКСПЕРИМЕНТ №27

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {ПОЖИЛОЙ ЧЕЛОВЕК}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:74 ПРИОРПРОФИЛЬ:90

РЕЗУЛЬТАТ:40

ЭКСПЕРИМЕНТ №28

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROV\_IVAN}

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

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:58 ПРИОРПРОФИЛЬ:80

РЕЗУЛЬТАТ:40

ЭКСПЕРИМЕНТ №29

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROV\_IVAN}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROV\_ALEX}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {РЕБЁНОК}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {РЕБЁНОК}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:80 ПРИОРПРОФИЛЬ:80

РЕЗУЛЬТАТ:50

ЭКСПЕРИМЕНТ №30

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {PETROVA\_MARIYA}

В КОМНАТЕ[ROOM1] ЕСТЬ {БЕРЕМЕННАЯ ЖЕНЩИНА}

ЗНАЧЕНКОМНАТЫ:25 ПРИОРПРОФИЛЬ:50

РЕЗУЛЬТАТ:50