

УДК 004.4

DOI: [10.26102/2310-6018/2021.33.2.006](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2021.33.2.006)

## Применение мультиагентных технологий в контекстно-ориентированной среде компонента умного дома

С.С. Диденко

*Воронежский государственный технический университет,  
Воронеж, Российская Федерация*

**Резюме.** Целью данной работы является исследование проблемы создания мультиагентной системы для мониторинга контекстно-зависимой среды для умного дома и выполнения соответствующих действий, основанных на текущем состоянии компонента умного дома. Есть две основные интеллектуальные функции, интегрированные в архитектуру этого проекта. Первая из них обучается и приспосабливается к движениям и действиям жильцов. Вторая функция предсказывает события, происходящие с жильцами. Интеграция системы представлена с использованием имитационного моделирования технологии мониторинга и прогноза в рабочей среде интеллектуального дома. Предложенная архитектура расширяется от преобразования пассивных датчиков в интеллектуальные устройства, добавляя обрабатывающие и аналитические возможности программного обеспечения. Данное исследование будет протестировано в моделируемой среде с визуализированным планом дома. Оно фокусируется главным образом на программном обеспечении, которое предоставляет инфраструктуру для интеллектуального мониторинга движения внутри дома. Инфраструктура включает в себя коммуникационные протоколы для взаимодействия агентов и протоколы для взаимодействия с внешней средой. Контекстно-ориентированная модель мониторинга системы умного дома, предложенная в этой статье, использует мультиагентный подход для представления контекста и общих знаний между агентами.

**Ключевые слова:** умный дом, интеллектуальный агент, агент прогнозирования, контекстно-зависимые системы, мультиагентные технологии.

**Для цитирования:** Диденко С.С. Применение мультиагентных технологий в контекстно-ориентированной среде компонента умного дома. Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2021;9(2). Доступно по: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=949>  
DOI: 10.26102/2310-6018/2021.33.2.006

## Application of multi-agent technologies in the context - oriented environment of the smart home component

S.S Didenko

*Voronezh State Technical University,  
Voronezh, Russian Federation*

**Abstract:** The purpose of this work is to investigate the problem of creating a multi-agent system for monitoring a context-dependent smart home and performing appropriate actions based on the current state of the home. There are two main intelligent features introduced in the architecture of this project to facilitate a multi-agent system in a smart home environment. The first of them learns and adapts to the movements and actions of the residents. The second function predicts events that happen to residents. The integration of the system is presented using a simulation application of the technology in the working environment of a smart home. The proposed architecture expands from the conversion of passive sensors into smart devices by adding processing and analytical capabilities from the integration software. This study will be tested in a simulated environment with a visualized house plan. It focuses mainly on software that provides the infrastructure for intelligent monitoring of movement inside the

home. The infrastructure includes protocols for agent interaction and communication protocols. Context-awareness for smart homes, proposed in this article, uses a multi-agent system to represent the context and shared knowledge between agents.

**Keywords:** intelligent agent, multi-agent technologies, smart home, context-sensitive systems, forecasting agent.

**For citation:** Didenko S.S. Application of Multi-Agent Technologies in the Context-oriented Environment of the Smart Home Component. 2021;9(2). *Modeling, optimization, and information technology*. Available from: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=949> DOI: 10.26102/2310-6018/2021.33.2.006 (In Russ).

## Введение

Понятие контекстно-зависимых вычислений направлено на решение проблемы необходимости явного ввода данных и увеличивающейся сложности систем обработки данных путем предоставления компьютерной системе различных средств понимания контекста применения, в котором система используется в данный момент.

Для того чтобы разработать такие интеллектуальные и сложные системы, она должна быть спроектирована с использованием нескольких методов зондирования для интерпретации, вычисления и реализации представления услуг и информации пользователю, а также хранения информации о контексте для будущих обращений к системе. Чтобы быть полезной пользователю, контекстно-ориентированная система должна получать и использовать информацию о контексте устройства для предоставления услуг, соответствующих конкретным людям, месту, времени и событиям. Иногда категории контекста действия описывают конкретные действия, связанные с тревожным событием. Примеры таких категорий деятельности включают вторжение или доступ к определённым зонам или объектам, повреждение и вынос имущества.

Другой ключевой аспект заключается в том, что приложение должно иметь возможность запрашивать интересующую его контекстную информацию, а некоторые датчики должны быть способны предоставлять эту информацию как приложению, так и другим устройствам. Дополнительные параметры контекста могут включать пользовательские предпочтения и историю взаимодействия. Интерфейсы контекстно-зависимых систем стремятся переместить большую часть взаимодействия в фоновый режим, тем самым становясь прозрачными для пользователя.

## Материалы и методы

Система умного дома в данной работе рассматривается как множество интеллектуальных агентов, которые воспринимают свою окружающую среду с помощью датчиков и может воздействовать на неё с помощью приводов. В качестве подобных устройств могут выступать датчики движения, магнитные датчики, датчики вибрации, датчики пола, датчики задымления и т.д. Рассматриваемая совокупность агентов имеет определенные общие цели, такие как минимизация затрат на содержание дома и максимизация комфорта его обитателей.

Исследование темы мультиагентных технологий в контексте применения в системе умного дома было сосредоточено на разработке повсеместных вычислительных решений, которые направлены на адаптацию к потребностям пользователей в соответствии с информацией, собранной от самих пользователей, вычислительной системы и контекста. Повсеместное вычисление происходит в фоновом режиме и предоставляет пользователю «естественные» методы взаимодействия, такие, например, как голосовая связь.

Большинство проектов умного дома фокусируются на домашней автоматизации и безопасности. Система управления поставляется с набором predetermined статических правил без возможности самообучения и делает прогнозирование на основе обнаруженного системой события автоматически. Обладая такими ограниченными интеллектуальными ресурсами, система не в состоянии приспособиться к непрерывным изменениям в повседневной жизни пользователя.

Для того чтобы система соответствовала различным моделям жизни домашней обстановки, возникла необходимость внедрения модели самообучения. Процесс обучения и адаптации - это понятие, которое определяется как вид услуг, который предоставляется обитателям дома, обеспечивая комфорт и безопасность в долгосрочной перспективе. Данные, собранные в процессе обучения, могут повысить точность прогноза результата для будущих событий. Чтобы решить основные проблемы, связанные с ежедневным отсутствием людей в доме, необходимо сосредоточиться на адаптации контекстно-зависимых сред для отслеживания присутствия людей в зоне контроля.

В данной работе основное внимание уделяется созданию моделируемой среды, которая действует как интеллектуальный агент, воспринимающий состояние дома с помощью датчиков. Цель агента - это функция, которая максимизирует комфорт обитателей дома и минимизирует эксплуатационные расходы. Для достижения этой цели дом должен уметь предсказывать и делать предположения, учиться и приспосабливаться к своим жильцам. Основная задача состоит в том, чтобы предсказать поведение наблюдаемого агента на основе заданной заранее заданной установки и исторических собранных данных. В контексте когнитивной помощи эти предсказания используются для определения различных способов, которыми агент-наблюдатель умного дома может помочь своему владельцу.

Общая модель. Существует целый ряд исследовательских проектов, которые активно исследуют возможности, предлагаемые технологиями, связанными с умным домом.

Данное исследование будет протестировано в моделируемой среде с визуализированным планом дома. Оно фокусируется главным образом на программном обеспечении, которое обеспечивает инфраструктуру для интеллектуального мониторинга движения внутри дома. План этажа, используемый в системе моделирования, включает в себя кухню, столовую, балкон, внешнюю сторону главной двери, внутреннюю сторону главной двери, гостиную, холл, спальни и уборные. Они будут охватывать средний размер дома в существующей жилой зоне в фактическом сценарии.

Контекстная осведомленность для умного дома, предложенная в этой статье, использует мультиагентную систему для представления контекста и общих знаний между агентами. То есть агенты взаимодействуют и работают сообща, чтобы иметь представление о местоположении каждого, кто находится в пределах видимости датчиков.

Система обеспечивает необходимую инфраструктуру для взаимодействия каждого агента. Инфраструктура включает в себя протоколы для взаимодействия агентов и коммуникационные протоколы. Коммуникационные протоколы позволяют агентам эффективно обмениваться сообщениями и понимать друг друга. Протоколы взаимодействия позволяют агентам вести диалоги, которые для этих целей представляют собой структурированный обмен сообщениями. Например, протокол связи может определять типы сообщений, которыми могут обмениваться агенты: фиксировать

(воспринимать) курс действий, принимать (изучать) курс действий, отклонять курс действий и оценивать (прогнозировать) курс действий.

Агенты часто характеризуются как автономные, интеллектуальные и надежные сущности. Реализация этих особенностей в классическом подходе к построению сложных систем, как правило приводит к созданию больших монолитных программных компонентов. Такая централизация сама по себе проблематична по многим причинам: она создает узкое место в доступе к ресурсам, создает единую точку отказа и затрудняет повторное использование определенных характеристик агентов в других контекстах.

Альтернативный подход для таких задач - мультиагентные системы. Агенты в мультиагентной системе выполняют индивидуально-специализированные, простые задачи, но они соединяются вместе в паутине взаимосвязей, чтобы совместно выполнять сложные действия. В этой статье основное внимание уделяется построению представления для контекста и использованию этого представления для понимания потребностей и ожиданий пользователей.

При моделировании мы предполагаем, что датчики движения были установлены во всех углах дома. Зоны включают кухню, столовую, гостиную, коридор, спальни, туалеты и парадные двери. Предполагается использование датчиков движения и усовершенствованных контроллеров устройств для сбора информации о текущем состоянии зоны и её обитателях, которая должна быть доставлена агенту для анализа рисков.

Прежде всего, это исследование предполагает, что все агенты способны идентифицировать отдельных жильцов и других членов дома. Чтобы субагент правильно реагировал на действия пользователя, он должен поместить это действие в свой контекст. Знание того, какую задачу пользователь выполняет в данный момент, может помочь установить правильную реакцию. Задача агента - наблюдать за действиями пользователя, прогнозировать и анализировать риски выполнения задачи. Агент распознает текущую задачу в пределах области и представляет организованный метод для структурирования реакций этой области.

Суперагент действует как интеллектуальный процессор для оценки всех видов сценариев субагентов, в то время как субагент действует как мост сбора данных между сенсорным устройством и интеллектуальным процессором, как показано на Рисунке 1. Это позволяет суперагенту распределять задачу обнаружения событий по каждому соответствующему агенту, чтобы более эффективно повысить их вычислительную мощность, не прерывая сильно загруженный процесс.



Рисунок 1 – Обзорная схема связи между агентами  
 Figure 1 – Overview of communication between agents

Суперагент наблюдает за действиями пользователя, собирая данные от других субагентов, учитывая контекстную информацию, например, где находится пользователь и какое устройство было только что включено. Таким образом, система способна сделать вывод о текущей задаче или деятельности, выполняемой в обнаруженной области текущими пользователями. Каждое событие, выполняемое пользователем, фиксируется субагентом в пределах назначенной области. Все субагенты являются подмножеством или представителем суперагента для мониторинга всех видов событий, происходящих в конкретной области. В конечном итоге такое моделирование событий может быть объединено для разработки контекстно-зависимого приложения.

Адаптация и обучение. Интеллектуальная среда умного дома должна уметь приобретать и применять знания об его обитателях, чтобы адаптироваться к ним и достичь целей комфорта и эффективности. Агент должен предсказать следующее действие жителя, чтобы автоматизировать выбранные повторяющиеся задачи для жителя. Дом должен осуществить этот прогноз, основанный только на ранее увиденном взаимодействии обитателя с различными устройствами.

Во всей интеллектуальной среде субагент изучает и адаптирует схему движения обнаруженного обитателя дома на основе отслеживаемых данных. Все данные, собранные конкретным субагентом, будут храниться в базе данных для дальнейшего использования. Такая информация о событии может быть передана другим агентам для улучшения контекстно-зависимого приложения. События включают в себя перемещение жильцов и состояние устройства в пределах зоны дома.

Когда событие происходит в отслеживаемой зоне, конкретный субагент захватывает входные данные события и сравнивает их с историей событий для проверки. Если подобная запись обнаружена в истории событий, то агент считает, что событие не содержит угрозы безопасности дома. Однако если такой событие не найдено, субагент предупреждает суперагента относительно инцидента, и дальнейшие действия будут предприняты в соответствии с заданным регламентом, например, как вызов тревоги.

Процесс верификации в истории событий основан на трех критериях, которые должны быть соблюдены, чтобы считаться безопасным событием. Критерии включают в себя время события, которое должно находиться в рамках определённого диапазона, площадь отслеживания должна быть точно обозначена, и само событие должно быть изучено, неоднократно, в течение тридцати раз. В этом процессе субагент может принять решение о результатах оценки безопасности. Чтобы вызвать тревогу, суперагент посылает команду субагенту для выполнения задачи. Этот процесс изображен на Рисунке 2.

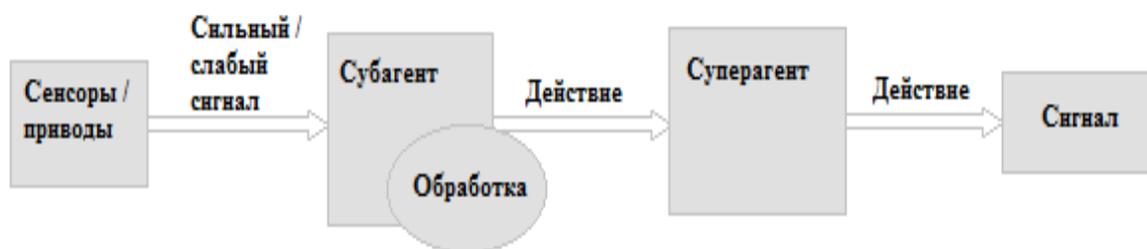


Рисунок 2 – Схема процесса обучения и адаптации.  
 Figure 2 – Diagram of the learning and adaptation process.

Прогнозирование рисков. Оценка риска предполагает непрерывную коммуникацию между суперагентом и несколькими субагентами для обмена критически важной информацией. Отдельный субагент должен быть осведомлен о любом отдельном действии, происходящем в его зоне охвата, и сообщать о нем суперагенту для прогнозирования и анализа рисков. Например, когда субагент обнаруживает событие, происходящее в пределах его границ, он инициирует отслеживание движения, записывая время события и период обнаружения. Собранная информация будет направляться суперагенту всякий раз, когда он запрашивает её для оценки рисков.

Суперагент компилирует всю собранную информацию о событиях от различных взаимодействующих субагентов. На основе собранной информации о событиях суперагент может сделать предположение о текущей домашней обстановке или обнаруженной активности. Утверждение предположения делается на основе критериев того, кто и в какое время находится на месте события.

Предположение, которое не является подозрительным, будет проигнорировано системой; точно так же подозрительное предположение, которое может поставить под угрозу безопасность жильцов, будет немедленно сообщено владельцу дома. Подозрительное предположение включает в себя, например:

- присутствие постороннего в доме;
- пожилой человек не двигался в определенном районе в течение определенного периода времени;
- сиделка ушла из дома, оставив ребенка дома одного и так далее.

Схема процесса оценки рисков приведена на Рисунке 3.



Рисунок 3 – Схема процесса оценки рисков  
 Figure 3 – Risk assessment process diagram

Коммуникация. Поскольку это исследование строится в моделируемой среде, предполагается, что агенты могут отправлять друг другу неограниченное количество текстовых строк и так часто, как это требуется. Контекст, содержащийся в передаче данных связи от субагента к суперагенту, включает идентификацию агента, время события, статус события, местоположение события и идентификацию датчика.

Анализ. На определённом уровне в аналитической модели поведение содержит правило, что данное событийное действие выполняет анализ предположений. Например, первоначальное восприятие субагента передаётся суперагенту для анализа путём ассоциирования информации от других субагентов. Метод оценки риска анализа основан на продолжительности времени, площади обрабатываемой зоны и действующих лицах в течение периода обнаружения.

Таблица анализа рисков формируется для включения всех видов событий, которые могут произойти во время выполнения моделирования. Таблица анализа включает в себя все вариации присутствия жильца в доме и учитываются в системе моделирования.

По мере того как жители совершают свои ежедневные действия, система последовательно записывает ежедневную рутинную информацию, с подключенных датчиков. Если пользователь выполняет такое действие, как включение света, и система определяет, что текущее событие должно быть достаточно близко к историческим журналам в базе данных, то база данных не добавляет новую запись, а скорее обновляет существующую сопоставленную запись с более высоким баллом. Система обучения также включает в себя адаптацию повседневной деятельности жильца в соответствии с условиями дома, отслеживая его образ жизни. На протяжении всего анализа моделирования он строит три типа категорий событий: регулярное событие, нерегулярное событие и автоматизированное событие.

Регулярное событие. Регулярное событие определяет действия, которые выполняются в ожидаемой среде. Когда текущее событие совпадает с событием в журнале истории и оценка превышает определенный порог, то система больше не нуждается в оценке риска события и действие выполняется автоматически, а оценка события в журнале истории увеличивается на единицу. Система выдаст уведомление о том, что такое действие было выполнено. Регулярное событие показано на Рисунке 4.

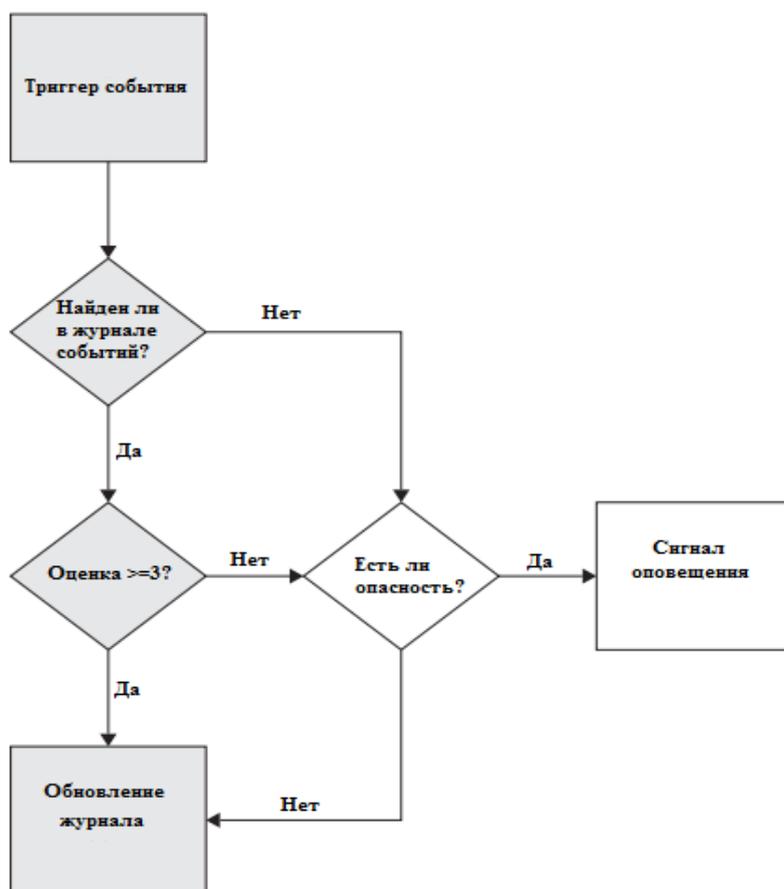


Рисунок 4 – Схема регулярного потока событий  
 Figure 4 – Scheme of the regular flow of events

Нерегулярное событие. Нерегулярное событие - это действие, выполняемое неожиданно из обычных заранее запланированных событий в системе. При моделировании, когда система сталкивается с текущим событием, которое не соответствует ни одной записи в базе данных или пороговый балл не соответствует заданному, то система будет оценивать риск действия на основе конкретного

местоположения и времени события. Если это событие может поставить под угрозу домашнюю обстановку, то сработает сигнализация.

При каждом «нерискованном» событии системная оценка увеличивается на единицу в журнале истории. Это происходит потому, что система изучает новые действия от пользователя помимо журнала истории и пытается адаптироваться к потребностям пользователя. Система продолжает отслеживать текущие значения датчиков, сравнивая их со значениями датчиков в журнале истории примерно каждые две секунды.

Автоматизированное событие. Цель компонента принятия решений в этой системе состоит в том, чтобы позволить дому автоматизировать основные функции с целью оптимизации общей полезности дома и комфорта жителей. Одним из важных аспектов этого комфорта является количество задач, которые жители должны выполнять сами. Алгоритмы прогнозирования могут предугадывать будущие действия жителей и, таким образом, могут служить основой для автоматизации взаимодействий.

Автоматизированное событие - это событие, которое выполняется системой автоматически на основе определенных критериев, которые были соблюдены. Это событие происходит, когда система соответствует одному из них в истории событий на основе текущего времени и оценка выше порогового значения. Система будет выполнять такое событие автоматически на основе исторических данных, предоставленных в базе данных и выдаст уведомление о том, что такое действие было выполнено. Схема работы автоматизированного события показан на Рисунке 5.



Рисунок 5 – Схема автоматического потока событий  
 Figure 5 – diagram of the automatic flow of events

### Результаты.

Был проведен предварительный эксперимент для проверки точности и эффективности системы в имитационной среде для определения способности делать прогноз по событию и корректировать модель поведения. Приведенная ниже таблица представляет собой набор параметров, моделируемых в системе для получения результатов прогнозирования конкретного события.

Таблица 1 – Агент прогнозирования, тест 1

Table 1 – Prediction Agent, Test 1

Эксперимент:	Тест 2: Прогнозирование	
Время:	09:00	
Жилец 1:	Сиделка на кухне	
Жилец 2:	Ребёнок в спальне	
Предположение:	Оповещение	Сиделка готовит на кухне, ребёнок играет в спальне

Таблица 2 – Агент прогнозирования, тест 2

Table 2 – Prediction Agent, Test 2

Эксперимент:	Тест 2: Прогнозирование	
Время:	10:00	
Жилец 1:	Сиделка в столовой	
Жилец 2:	Ребёнок в уборной	
Предположение:	Оповещение	Сиделка готовит еду в столовой, ребёнок один в уборной

Таблица 3 – Агент прогнозирования, тест 3

Table 3 – Prediction Agent, Test 3

Эксперимент:	Тест 3: Прогнозирование	
Время:	11:00	
Жилец 1:	Сиделка вышла из дома	
Жилец 2:	Ребёнок в гостиной	
Предположение:	Норма	<i>0-30 минут:</i> Сиделка снаружи управляется по хозяйству, ребёнок оставлен в гостиной
	Оповещение	<i>после 30 минут:</i> Ребёнок слишком долго без присмотра

Таблица 4 – Агент прогнозирования, тест 4

Table 4 – Prediction Agent, Test 4

Эксперимент:	Тест 4: Прогнозирование	
Время:	01:00	
Жилец 1:	Сиделка в гостиной	
Жилец 2:	Нарушитель в гостиной	
Предположение:	Опасность	Сиделка столкнулась с нарушителем в гостиной

Набор событий состояния света был изучен системой, чтобы доказать, что процесс обучения находится в рабочем состоянии, как показано в Таблице 5, где он сравнивает точность процесса обучения в системе. Фактический процесс обучения указывается в графе "фактическое время обучения" на основе многократных повторений. Результат процесса обучения, выполненного агентом, отображается в графе "автоматическое время события".

Таблица 5 – Обучающий тест умного дома

Table 5 – Smart Home Training Test

Зона	Фактическое время обучения	Автоматическое время события	Состояние света в комнате
Кухня	09:00:00	08:57:01	Вкл.
Кухня	11:00:00	10:57:01	Выкл.
Спальня	15:00:00	14:57:00	Вкл.
Спальня	16:00:00	15:57:03	Выкл.
Уборная 03	15:00:00	14:57:04	Вкл.
Уборная 03	15:00:00	15:57:02	Выкл.
Гостиная	12:00:00	11:57:01	Вкл.
Гостиная	17:00:00	16:57:00	Выкл.

Основываясь на результатах работы в имитационной среде, можно наблюдать, что агент способен к обучению на основе исторических событий, которые происходят внутри дома.

### Заключение

В этой статье представлена контекстно-ориентированная архитектура умного дома, которая позволяет дому действовать в качестве интеллектуального агента. В рамках этой архитектуры вводятся две функции, которые играют важнейшую роль в адаптивной и автоматизированной среде. Результаты моделирования данных приложения "Умный дом" показывают, что оно способно предсказывать взаимодействие жителей с домом и эффективно управлять домом на основе прогнозируемых событий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Родзина Л.С. *Прикладные многоагентные системы. Программирование на платформе JADE*. 2011;1.
2. Rao S. & Cook D. J. *Predicting Inhabitant Actions Using Action and Task Models with Application to Smart Homes*.2004;1:81-100.
3. Svanes D. Context-Aware Technology: A Phenomenological Perspective. *Human Computer Interaction, Special issue on context-aware computing*. Lawrence Erlbaum Associates.2001;2.
4. *Путеводитель по человеко-компьютерному взаимодействию: контекстно-зависимые вычисления*. Доступно по: <https://lpgenerator.ru/blog/2017/11/25/putevoditel-po-cheloveko-kompyuternomu-vzaimodejstviyu-kontekstno-zavisimye-vychisleniya>.2017.
5. Gerhard N. & Klaus M., 2004. The Assistive Home More than Just Another Approach to Independent Living? 4th International Conference on Computers for Handicapped Persons (ICCPH): *Computers Helping People with Special Needs*.2004;2:891-897.
6. Domb M. *Системы умного дома на базе Интернета вещей. Internet of Things for Automated and Smart Applications*. 2019. Доступно по: <https://www.intechopen.com/books/internet-of-things-iot-for-automated-and-smart-applications/smart-home-systems-based-on-internet-of-things>. DOI:10.5772/intechopen.84894
7. Cintuglu M.H. and Mohammed O. A., “Simulation of digitalized power system using pmu and intelligent control,” in *Proc. IEEE Industry Applications Society Annual Meeting*.2013;1:1-8.
8. Sun Q., Yu W., Kochurov N., Hao Q., and Hu F., “A multi-agent-based intelligent sensor and actuator network design for smart house and home automation,” *Journal of Sensor and Actuator Networks*. 2013;1:557–588.
9. Siddiqui U. and et al., “Elastic jade: Dynamically scalable multi agents using cloud resources,” in *Proc. Second Int Cloud and Green Computing (CGC) Conf*. 2012;2:267-172.
10. Britz J., Frey J., and Alexandersson J., “Bridging the gap between smart home and agents,” in *Proc. Int Intelligent Environments (IE) Conf*, Jun.2014;1:31–38.

## REFERENCES

1. Rodzina L.S. *Applied multi-agent systems. Programming on the JADE platform*.2011;1.
2. Rao S. & Cook D. J. *Predicting Inhabitant Actions Using Action and Task Models with Application to Smart Homes*. 2004;1:81-100.
3. Svanes D. *Context-Aware Technology: A Phenomenological Perspective. Human Computer Interaction, Special issue on context-aware computing*. Lawrence Erlbaum Associates.2001;1.
4. *A guide to human-computer interaction: Context-sensitive computing*. Available at: <https://lpgenerator.ru/blog/2017/11/25/putevoditel-po-cheloveko-kompyuternomu-vzaimodejstviyu-kontekstno-zavisimye-vychisleniya>.2017
5. Gerhard N. & Klaus M., *The Assistive Home More than Just Another Approach to Independent Living? 4th International Conference on Computers for Handicapped Persons (ICCPH): Computers Helping People with Special Needs*.2004;2:891-897.
6. Domb M. *Smart Home Systems Based on Internet of Things*.2019. Available at: <https://www.intechopen.com/books/internet-of-things-iot-for-automated-and-smart-applications/smart-home-systems-based-on-internet-of-things>. *Internet of Things for Automated and Smart Applications*. DOI:10.5772/intechopen.84894

7. Cintuglu M.H. and Mohammed O.A., “Simulation of digitalized power system using pmu and intelligent control,” in *Proc. IEEE Industry Applications Society Annual Meeting*.2013;1:1-8.
8. Sun Q., Yu W., Kochurov N., Hao Q., and Hu F., “A multi-agent-based intelligent sensor and actuator network design for smart house and home automation,” *Journal of Sensor and Actuator Networks*. 2013;1:557–588.
9. Siddiqui U. and et al., “Elastic jade: Dynamically scalable multi agents using cloud resources,” in *Proc. Second Int Cloud and Green Computing (CGC) Conf*. 2012;2:267-172.
10. Britz J., Frey J., and Alexandersson J., “Bridging the gap between smart home and agents,” in *Proc. Int Intelligent Environments (IE) Conf*, Jun. 2014;1:31–38.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Диденко Сергей Сергеевич**, аспирант  
кафедры Автоматизированных и  
Вычислительных Систем Воронежского  
государственного технического университета,  
Воронеж, Российская Федерация.  
email: [didenkoserj2009@gmail.com](mailto:didenkoserj2009@gmail.com)

**Didenko Sergey Sergeevich**, Post-graduate  
Student of the Department of Automated and  
Computational Systems, Voronezh State  
Technical University, Voronezh, Russian  
Federation