

С.А. МАРЧЕНКОВ, А.С. ВДОВЕНКО, Д.Ж. КОРЗУН  
**РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВМЕСТНОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМ ЗАЛЕ НА  
ОСНОВЕ СЕРВИСОВ ЭЛЕКТРОННОГО ТУРИЗМА**

*Марченков С.А., Вдовенко А.С., Корзун Д.Ж. Расширение возможностей совместной деятельности в интеллектуальном зале на основе сервисов электронного туризма.*

**Аннотация.** Система интеллектуального зала реализует цифровое сервисно-ориентированное окружение совместной деятельности участников. В статье исследуется задача по расширению таких систем сервисами электронного туризма. Предлагается сценарий, расширяющий возможности совместной деятельности в интеллектуальном зале за счет вовлечения самих участников в составление культурной программы для изучения региона, в котором проходит мероприятие. В качестве конкретного программного приложения используется система SmartRoom, предназначенная для информационно-организационной поддержки проведения совместной деятельности участников в помещении в рамках таких мероприятий как конференции и совещания. На основе подхода интеллектуальных пространств для системы SmartRoom разработан и исследован набор сервисов, реализующий предлагаемый сценарий составления культурной программы. Предложены онтологическая модель и способы организации взаимодействия, обеспечивающие построение и доставку сервисов на основе накопления и обработки информации множеством программных агентов в интеллектуальном пространстве системы SmartRoom. Выполнено экспериментальное исследование производительности полученных программных реализаций.

**Ключевые слова:** интеллектуальные пространства, информационные сервисы, электронный туризм, интеллектуальный зал, Smart-M3, онтологическая модель.

**1. Введение.** Туризм является динамически развивающимся сектором использования разнообразных цифровых услуг для поддержки социально-экономической и культурной деятельности человека [1], определяя такую прикладную область информационных технологий, как электронный туризм (е-туризм). Развитие информационных технологий и их широкое применение в сфере туризма определяют е-туризм [2]. Число Интернет-пользователей в мире растет, достигая к настоящему времени около 3,3 миллиардов [3], что формирует существенное множество потенциальных потребителей сервисов е-туризма. Такие пользователи начинают понимать преимущества информационных сервисов при планировании и осуществлении своей туристской деятельности [2, 4, 5].

Распространенный вариант информационных сервисов е-туризма реализуется на основе веб-подхода, когда пользователь использует свое персональное мобильное устройство (например, смартфон или планшет) в качестве средства доступа к различным веб-сервисам [5]. Таким образом, при условии наличия доступа к глобальной сети Интернет, пользователь получает (как сервис) необходимую информацию для возникающей у него задачи в текущем месте пребывания. В статье рассматривается более общий случай, когда построение сервисов выполняется текущей вычислительной средой, в которой

в данный момент находится пользователь. В этом случае, во-первых, построение и доставка сервиса происходит не только на удаленной системе, а можно использовать и доступные цифровые устройства вычислительной среды. Во-вторых, исходные сервисы вычислительной среды могут быть дополнены за счет сервисов e-туризма, повышая эффективность информационной поддержки пользователей при решении ими тех задач, для которых эта среда создавалась.

В качестве референтного класса вычислительных сред в статье рассматриваются такие цифровые окружения совместной деятельности человека как интеллектуальный зал [6, 7, 8], предназначенные для информационно-организационной поддержки людей-участников при проведении ими мероприятий в помещении. Исследуется задача по расширению интеллектуального зала за счет сервисов e-туризма. В частности, предлагается использовать сервисы составления культурной программы, которые не только автоматизируют для организаторов составление такой программы с учетом имеющихся возможностей, но и позволяют участникам самим участвовать в ее составлении в ходе выполнения основной деятельности с учетом имеющихся интересов и предпочтений.

Для исследуемой задачи разработка сервисов e-туризма может использовать подход интеллектуальных пространств, который определяет способы создания сервисно-ориентированного окружения в заданной вычислительной среде с разделением ресурсов между разнородными цифровыми устройствами [9, 10]. В частности, система SmartRoom [11] предоставляет набор сервисов для поддержки проведения таких видов совместной деятельности, как конференции и совещания. Персональные мобильные устройства являются для пользователей точками доступа к соответствующим сервисам и точками управления ими [12]. Исходные сервисы системы SmartRoom направлены на информационно-организационную поддержку совместной деятельности в помещении, оборудованном мультимедийной аппаратурой для отображения информации и имеющим локальную беспроводную сеть для взаимодействия внутри помещения и доступа к ресурсам глобальной сети Интернет. Другие варианты применения интеллектуальных пространств для задач e-туризма представлены, например, в работах [4, 13, 14].

В статье предлагается сценарий расширения интеллектуального зала сервисами e-туризма, повышающий эффективность совместной деятельности участников за счет привлечения их к составлению культурной программы для изучения региона, в котором проходит мероприятие [15]. Система SmartRoom рассматривается как конкретное программное приложение для изучения способов расширения дополняющими сервисами. Представлены решения проектирования, включающие архитектуру системы для создания расширенного интеллектуального пространства SmartRoom и онтологическую модель для накопления, представления и использования туристской информации

при построении сервисов. Проведено экспериментальное исследование с реализованным программными прототипом, демонстрирующее практическую осуществимость предлагаемого способа расширения окружений совместной деятельности сервисами e-туризма.

**2. Сервисы e-туризма в интеллектуальном зале.** В качестве одного из классов вычислительных сред для сервисов электронного туризма рассмотрим такие цифровые окружения поддержки совместной деятельности людей как интеллектуальный зал (ИЗ). Последний может быть реализован в виде «интеллектуального пространства» (ИП) в помещении, оборудованном мультимедийной аппаратурой для восприятия пользователями совместно создаваемой информации [11].

В общем случае под ИП понимается вычислительная среда, обеспечивающая динамическое множество участников контекстно-зависимыми и персонализированными сервисами [16, 17]. Участники представлены программными агентами, выполняющимися на окружающих вычислительных устройствах и удаленных ЭВМ, включая персональные мобильные устройства пользователей. Построение и доставка пользователям информационных сервисов выполняется множеством взаимодействующих агентов. Взаимодействие является косвенным — через общее информационное хранилище, использующее известные методы Семантического Веба для интероперабельного представления и доступа к информации [18].

В качестве конкретного варианта ИЗ рассмотрим систему SmartRoom [11]. Она реализована на программной платформе SmartM3 [19] следующим образом. Доступ к ИП выполняется с помощью брокера семантической информации (брокер SIB, от англ. semantic information broker), который позволяет представить информационное содержимое не только непосредственно с помощью данных, описывающих объекты, но и их семантики посредством моделей представления знаний Семантического Веба. Программные агенты действуют как процессоры знаний (агент КР, от англ. knowledge processor), взаимодействие которых друг с другом происходит через брокера SIB на основе совместного формирования информационного содержимого ИП и выполняет построение и доставку сервисов. Сервисы ИЗ разделяются на прикладные и опорные.

*Прикладные сервисы.* Непосредственно используемые пользователями сервисами являются сервис презентации и сервис повестки мероприятия [11], отвечающие за визуализацию информации на двух общественных экранах в помещении: экран презентации и экран повестки мероприятия. Экраны представляют собой широкоформатные дисплеи, видимые для всех участников в помещении. Экран презентации предназначен для управляемого показа слайдов текущим докладчиком во время выступления. Одновременно на экране повестки показывается порядок выступлений, докладчики и названия выступлений,

выделенного времени и др. Аналогичные сервисы доступны участнику на его персональном мобильном устройстве с помощью агента КР, реализующего мобильного клиента [12].

*Отпорные сервисы.* Отвечают за автоматизацию обработки информации во время мероприятия для визуализации (доставки) на общественных экранах или экранах персональных мобильных устройств. Например, сервис управления конференцией составляет и по ходу мероприятия поддерживает программу конференции.

При проведении мероприятия в ИЗ, его участники в дополнение к основной деятельности могут быть заинтересованы в участии в культурной программе и, более того, готовы сами способствовать ее составлению и проведению. В то же время, известные ИЗ не предоставляют сервисов для автоматизации составления культурной программы с учетом интересов и предпочтений участников, так как ориентированы только на информационную поддержку основной деятельности при проведении мероприятия. Возникает задача по расширению ИЗ сервисами е-туризма с целью повышения эффективности предоставляемой информационной поддержки для учета других видов совместной деятельности, связанных с основной. В исследуемом случае решение этой задачи требует как исследования и разработки сценариев расширения ИЗ сервисами е-туризма, так и развития имеющихся архитектурных и онтологических моделей для программной реализации такого ИЗ в виде расширенного ИП.

Рассмотрим предлагаемый нами способ расширения системы SmartRoom дополнительными сервисами [11, 20, 21]. Концептуальная модель сервисов системы представлена на рисунке 1. Один из возможных вариантов для е-туризма — это сценарий составления культурной программы для участников конференции.

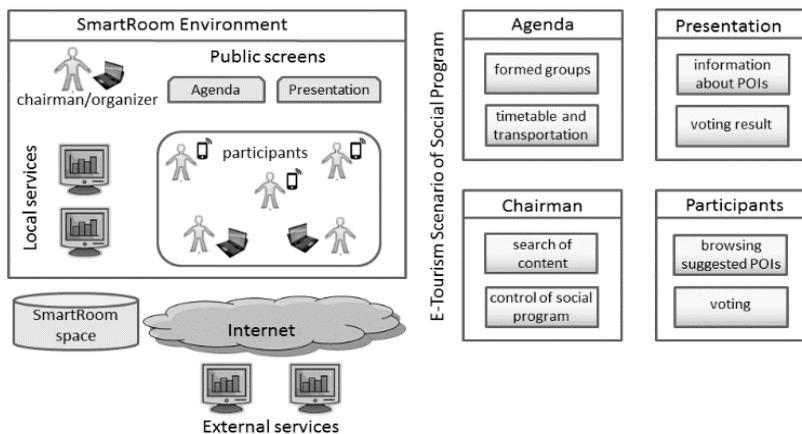


Рис. 1. Архитектурная схема расширения системы интеллектуального зала для поддержки электронного туризма

Культурная программа определяет точки интереса, которые можно посетить в свободное от основной деятельности время. Организаторы предоставляют предопределенный набор точек интереса в регионе проведения конференции. На основе этой информации участник может строить свои планы и принимать решения, связанные с интересующими его местами, временем их посещения и составом экскурсионных групп.

Процесс принятия решения является итеративным: участник обновляет свое решение в зависимости от решений других участников, которые можно увидеть на экранах прикладных сервисов. В результате, организаторы фиксируют культурную программу, определяя: (1) сформированные группы посещения точек интереса, (2) расписание посещения и (3) транспортную поддержку. Сценарий, в первую очередь, ориентирован на применение внутри помещения, где проходит конференция. Процесс построения и результат динамически отслеживается участниками на экранах презентации и повестки мероприятия, а также на экранах персональных мобильных устройств.

Для реализации описанного сценария предлагается набор дополнительных сервисов (сервис культурной программы, сервис поиска и сервис веб-страниц), приведенный в таблице 1. Соответствующая архитектурная схема приведена на рисунке 2. Каждый сервис реализуется в виде отдельного агента КР.

Таблица 1. Сервисы е-туризма для сценария составления культурной программы участниками конференции

| Название                    | Описание  |
|-----------------------------|---|
| Сервис культурной программы | Управление составлением культурной программы, основанной как на доступных точках интереса, так и на интересах и предпочтениях участников. |
| Сервис поиска               | Поиск информации для точек интереса во внешних источниках данных (напр., фотографии с веб-сервиса Flickr).                                |
| Сервис веб-страниц          | Генерация веб-страниц на основе шаблонов и размещение соответствующих ссылок для доступа в пространство ИЗ.                               |

Сервис культурной программы предоставляет информацию о возможных точках интереса для культурной программы каждому участнику системы ИЗ. Соответствующий агент КР запускается на компьютере организатора с графическим интерфейсом пользователя для просмотра информации о возможных точках интереса, наблюдения предлагаемых участниками решений и отслеживания процесса

составления культурной программы. Сервис культурной программы взаимодействует с сервисом поиска и сервисом веб-страниц.

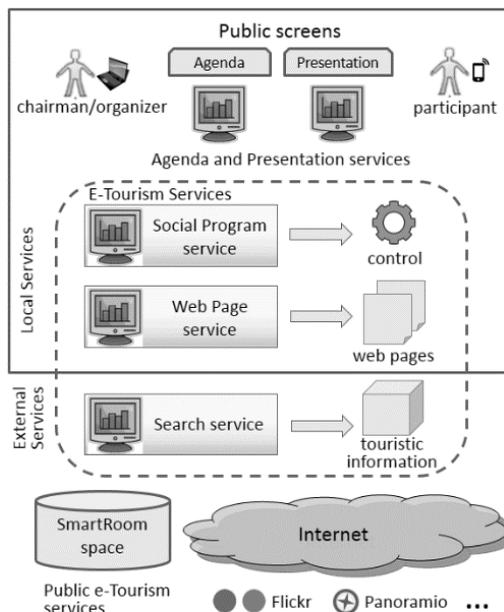


Рис. 2. Интеграция сервисов е-туризма в систему SmartRoom

Сервис поиска находит фотографии и другую информацию о соответствующих точка интереса. Поиск выполняется в ограниченной географической зоне вокруг места проведения конференции. Результат поиска размещается в пространстве ИЗ для последующего использования сервисом культурной программы.

Сервис веб-страниц отвечает за генерацию и хранение веб-страниц, в виде которых информация доставляется участникам. Сервис использует известные веб-технологии для упрощения процесса доставки с визуализацией на стороне мобильных клиентов (и других прикладных сервисов). В пространстве ИЗ размещаются только ссылки (URL) на соответствующие веб-страницы. Сервис реализуется как веб-сервер с доступом в Интернет.

Исходные сервисы системы SmartRoom — сервис презентации и сервис повестки мероприятия — также задействованы для визуализации туристской информации (в виде веб-страниц). Первый отображает страницу с доступными точками интереса и процесс голосования. Второй показывает текущий вариант культурной программы, которая составляется совместными усилиями участников.

**3. Онтологическая модель.** Для представления необходимой информации в сценарии построения культурной программы используется собственная онтологическая модель, дополняющая основную онтологическую модель системы SmartRoom. Под онтологической моделью понимается иерархическая структура понятий, объектов, определений, свойств и отношений определенной предметной области [22]. Онтологическая модель позволяет эффективно представлять информацию для обработки в отличие от способа, когда информация представлена в виде совокупности или коллекции по общей тематике, объединяемой общим понятием антологии [23]. Основными составными частями предлагаемой онтологической модели являются онтологическая модель сервиса и онтологическая модель пользовательского профиля.

Онтологическая модель сервиса культурной программы (класс SocialProgramService) представлена на рисунке 3. Ключевыми являются свойства hasClientUrl, hasAgendaServiceUrl и hasPresentationServiceUrl. Они используются для доступа к графическому интерфейсу пользователя, если он реализован как веб-приложение (рисунок 2). Значения этих свойств публикуются сервисом веб-страниц. Схожим образом свойства могут быть использованы и для других прикладных сервисов. Свойства serviceName, serviceDescription и serviceStatus являются общими для всех сервисов системы SmartRoom.

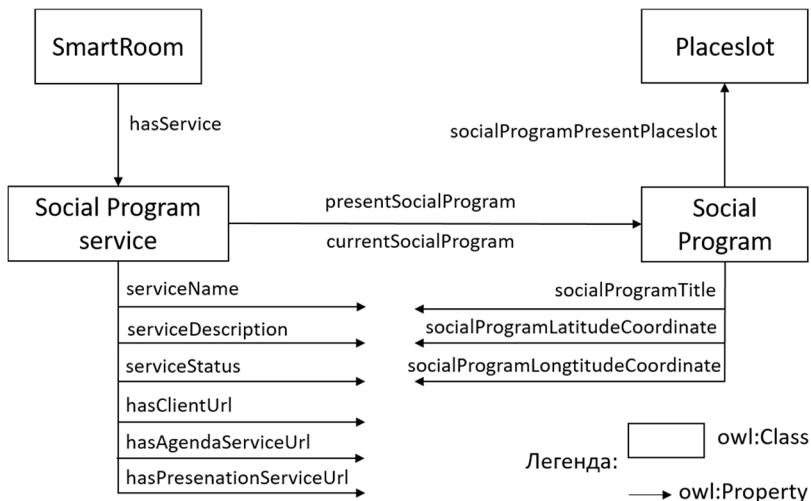


Рис. 3. Онтологическая модель сервиса культурной программы

Когда организаторы добавляют новый экземпляр культурной программы, соответствующий индивид класса SocialProgram публику-

ется в пространстве ИЗ. Этот индивид связан с индивидом сервиса, что позволяет идентифицировать индивиды между экземплярами сервисов в рамках одного пространства. Свойства данных, соответствующие названию и координатам, задаются при создании программы. Координаты места проведения программы используются для автоматического поиска точек интереса. Каждый вариант культурной программы представлен множеством индивидов класса Placeslot, доступных через объектное свойство socialProgramPresentPlaceslot.

Онтологическая модель для представления точек интереса показана на рисунке 4. Основными индивидами являются слот места (класс Placeslot), место (класс Place) и фото (класс Photo).

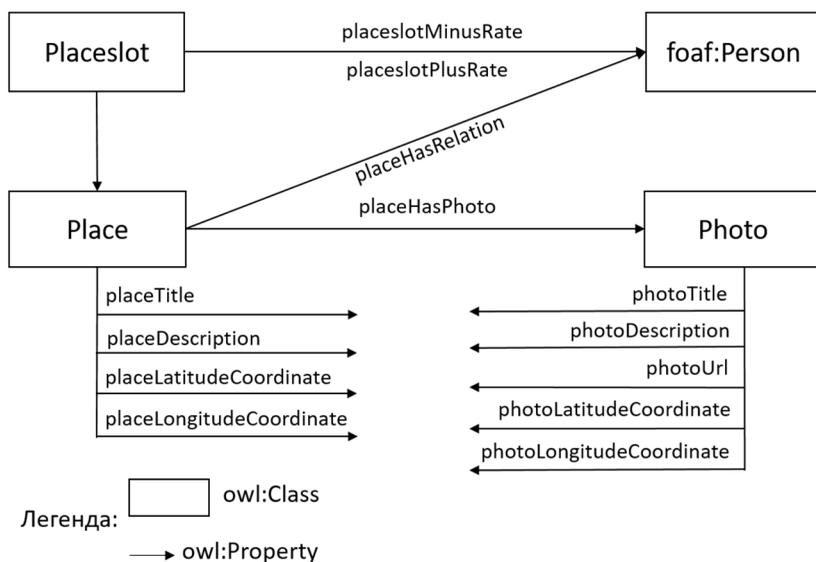


Рис. 4. Онтологическая модель точек интереса

Индивид класса Placeslot имеет объектное свойство placeslotPresentPlace, связывающее с индивидом класса Place. Базовый индивид места может быть расширен дополнительными свойствами, относящимися только к сервису культурной программы. Подобный способ используется для инкапсуляции индивидов, чтобы не влиять на базовую онтологическую модель и взаимодействие других сервисов, работающих с этими же индивидами. Другими объектными свойствами являются placeslotPlusRate и placeslotMinusRate для хранения результатов голосования участников с указанием связи на индивида участника. Данные свойства очищаются, когда начинается новое голосование.

Индивиды места (класс Place) и фото (класс Photo) являются общими для различных предметно-ориентированных сценариев [24]. Таким образом, онтологическая модель поддерживает вывод новых знаний относительно индивидов класса Person и Place. Поиск новых точек интереса может выполняться автоматически, основываясь на имеющихся индивидах классов Place и Photo.

Представленная онтологическая модель семантически связывает участников ИЗ с точками интереса, что сходно с результатами в [25, 26]. В общем случае такой тип связей в ИП позволяет не привлекать внешние источники данных. Примером такой связи является индивид класса Place с объектным свойством placeHasRelation. С точкой интереса может быть дополнительно связана историческая информация. В частности, может быть установлено отношение между отдельно взятой точкой интереса и регионом участника (напр., архитектор здания из этой же страны).

**4. Построение сервисов.** Рассмотрим способы построения введенных дополнительных сервисов на основе взаимодействия агентов КР в ИП системы SmartRoom. Сервис культурной программы является прикладным (ориентирован на конечного пользователя) — программа отображается на общественных экранах в помещении ИЗ или непосредственно на персональных мобильных устройствах участников. Сервисы поиска и веб-страниц являются опорными, обеспечивая информационную поддержку сервиса культурной программы.

*А. Сервис культурной программы.* Предоставляет организаторам управление и реализует составление культурной программы самими участниками. Функции управления включают в себя участие в составлении культурной программы, добавление новых точек интереса в программу, задание начальной информации, инициацию поиска информации в медиа-источниках.

Основными индивидами для онтологического построения культурной программы является класс SocialProgram и Placeslot. Индивиды классов Place и Photo содержат информацию о точках интереса и их фотографиях. Данная информация предоставляется другими сервисами. Взаимодействие с сервисами поиска и веб-страниц организовано через использование уведомлений по операции подписки в ИП.

При построении культурной программы участник предоставляет свои индивидуальные предпочтения и голосует схожим образом, как описано в [27]. Когда участник голосует за точку интереса, сервис веб-страниц посылает уведомление сервису культурной программы. Последний, в свою очередь, обрабатывает уведомление и обновляет программу. Голоса хранятся в индивидах класса Placeslot в соответствующей

щих свойствах `placeslotPlusRating` и `placeslotMinusRating` с заданием нужного индивида класса `Person`. Затем культурная программа формирует новый объект `JSON` и отправляет его сервису веб-страниц. Данный объект используется при построении содержимого страницы и ее визуализации для участников.

*Б. Сервис поиска.* Доступно множество открытых источников данных в сети Интернет с туристской информацией: описание точек интереса и событий, доступные туры, прогнозы погоды, транспорт, размещение и прочее. В частности, можно использовать такие хостинг-сервисы фотографий, как веб-сервисы `Flickr` и `Google Places`. Сервис поиска извлекает эту информацию. Описательная информация получается, учитывая местоположение точки интереса. Каждое найденное фото получает представление в виде индивида `Photo` со связью с соответствующим местом через объектное свойство `placeHasPhoto`.

*В. Сервис веб-страниц.* Доставка информации пользователям выполняется с помощью сервиса веб-страниц. На стороне пользователя достаточно иметь веб-обозреватель. Построение страницы происходит динамически с использованием параметров запроса. Исходное содержимое получается из ИП.

Каждый сервис, которому необходимо построение веб-страниц, должен определить шаблоны для этих страниц. В базовом варианте шаблон создается с помощью языка разметки `HTML` и языка программирования `Javascript`. Также шаблон может использовать стили `CSS` для визуальных эффектов. Ссылки на сгенерированные страницы публикуются в ИП и доступны через индивида класса `Service`: свойства `hasClientUrl`, `hasAgendaServiceUrl`, и `hasPresentationServiceUrl`.

Имеется набор глобальных объектов `JSON`, каждый из них хранит информацию сервиса. Эти объекты используются как содержимое для визуализации на стороне пользователя. Они также передаются как параметры для генерации соответствующих страниц.

*Г. Взаимодействие.* Взаимодействие между сервисами организовано на основе модели уведомлений [28]. Когда сервис публикует данные, другой сервис получает уведомление об изменениях в рамках подписки. Модель уведомлений описывает набор требуемых вариантов взаимодействия сервисов друг с другом. Отдельный сервис описывает собственный тип уведомлений, где каждый тип отвечает за вариант взаимодействия и представляется в ИП в виде набора `RDF`-троек. Необходимый для разрабатываемых сервисов набор уведомлений представлен в таблице 2. Используется тип запросов один-к-одному, за исключением уведомления `updateServiceInformation`, который используется действие один-ко-многим.

Таблица 2. Модель уведомлений для поддержки сервисов электронного туризма

| Сервис                             | Уведомление            | Параметр  | Описание  |
|------------------------------------|------------------------|-----------|---|
| Веб-страниц                        | startUpdateServicePage | Service   | Вызывается для обновления содержимого сервиса класса Service                |
| Культурная программа               | voteUpdate             | Placeslot | Активирует пересчет голосов для слота места                                 |
| Презентации / повестки мероприятия | startServiceMode       | Service   | Показывает на экране сервис класса Service                                  |
| Презентации / повестки мероприятия | stopServiceMode        | Service   | Прекращения показа сервиса класса Service, переключение в режим конференции |
| Презентации / повестки мероприятия | updateServicePage      | Service   | Обновление сервиса класса Service на экране                                 |

Используется операция подписки в ИП при представлении запроса в виде индивида для определения изменений конкретных свойств. После инициализации подписки все происходящие изменения, которые относятся к подписанному индивиду, отправляются всем подписчикам. В результате возрастает нагрузка на стороне брокера SIB и подписанных агентов КР, реализующих сервисы. Для уменьшения нагрузки используется «индивид запроса», который представляет запрос к ИП. Когда сервис публикует индивид запроса, этот сервис также подписывается на свойство, отвечающее за индикацию завершения обработки. Когда отвечающий сервис заканчивает выполнять запрошенные действия, этот сервис устанавливает статус обработки в соответствующее свойство. Отправитель получает только одно событие по подписке относительно данного индивида, и после проверки статуса запроса сервис удаляет индивид. Схожие идеи взаимодействия можно найти в [29].

Пример индивида запроса показан на рисунке 5. Взаимодействие между сервисом культурной программы и сервисом поиска с использованием этого индивида запроса представлено на рисунке 6. Сервис культурной программы и сервис поиска взаимодействуют, используя подписку на индивида класса SearchActivity. Индивид содержит параметры поиска (напр., местоположение точки интереса, тип поиска). Сервис поиска извлекает параметры и обращается к соответствующим веб-сервисам.

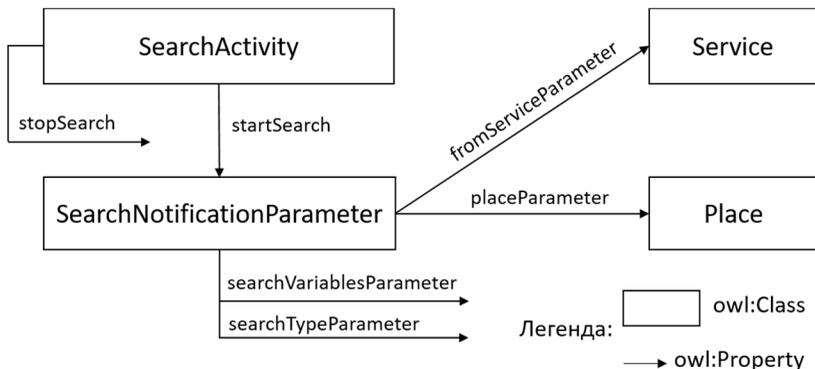


Рис. 5. Онтологическая модель индивида запроса поиска

При взаимодействии с сервисом веб-страниц использование операции подписки затруднительно, так как сервис не обладает информацией о всех индивидах. Сервис веб-страниц выступает в роли посредника между ИП и клиентской стороной (веб-приложением). Требуемое взаимодействие организовано с использованием параметризованных REST-запросов [30, 31]. Например, когда участник голосует, то клиентское веб-приложение посылает POST-запрос по специальному адресу. Запрос содержит следующие параметры: идентификатор слота места индивида класса Placeslot, идентификатор участника индивида класса Person и значение решения.



Рис. 6. Взаимодействие между сервисом культурной программы и сервисом поиска, используя индивид класса SearchActivity

Частным случаем является взаимодействие сервисов культурной программы и веб-страниц. Сервис культурной программы использует

подписку на уведомление VoteUpdate. Когда уведомление достигает сервиса культурной программы, последний создает новый объект JSON. Содержимое этого объекта определяется онтологической моделью культурной программы. Индивиды и их свойства хранятся в этом объекте.

После формирования объект JSON отправляется сервису веб-страниц по специальному адресу в POST-запросе. Сервис заменяет текущий экземпляр новым объектом JSON. Новый экземпляр используется для фоновых обновлений с использованием AJAX-вызовов и для построения страницы модулем шаблонов. Отметим, что данный механизм взаимодействия поддерживает расширение системы SmartRoom другими сервисами, взаимодействующими с сервисом веб-страниц.

Процесс поиска и инициализации построения культурной программы с использованием предложенных способов взаимодействия изображен на рисунке 7. После определения доступных точек интереса в программе организаторы запускают поиск фотографий и другой медиаинформации. Затем организаторы запускают процесс построения выбранной программы. Это включает в себя преобразование программы в объект JSON и отправку его сервису веб-страниц. Сервис обновляет параметры для построения шаблона и предоставляет обновленные страницы.

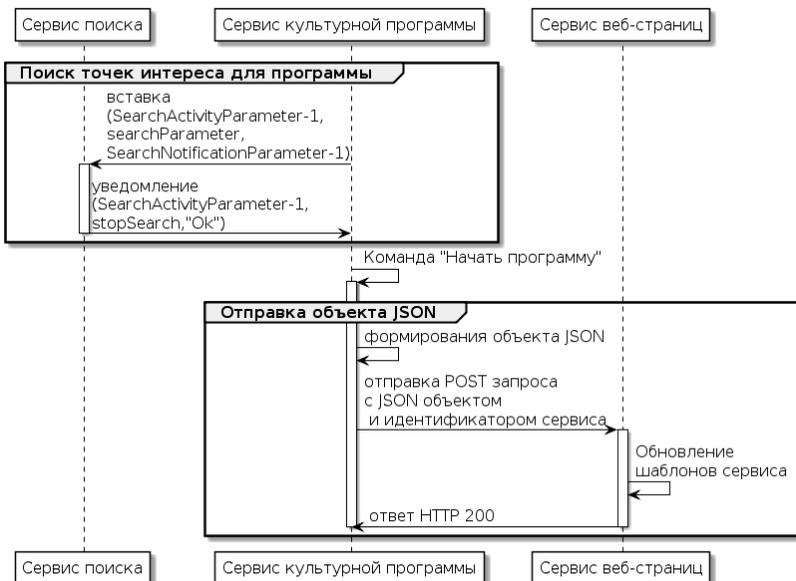


Рис. 7. Последовательность процессов поиска и начала построения культурной программы

Процесс доступа клиентов к страницам сервиса и процесс голосования представлены на рисунке 8. Каждый клиент может получить адрес страницы сервиса из свойства `hasClientUrl` индивида класса `SocialProgramService`. Участники голосуют за некоторые точки интереса, и соответствующие свойства публикуются в ИП. Сервис веб-страниц публикует уведомление для сервиса культурной программы, который пересчитывает голоса и формирует новый объект JSON. Страница на стороне клиента обновляется в фоновом режиме с использованием технологии AJAX-вызовов.

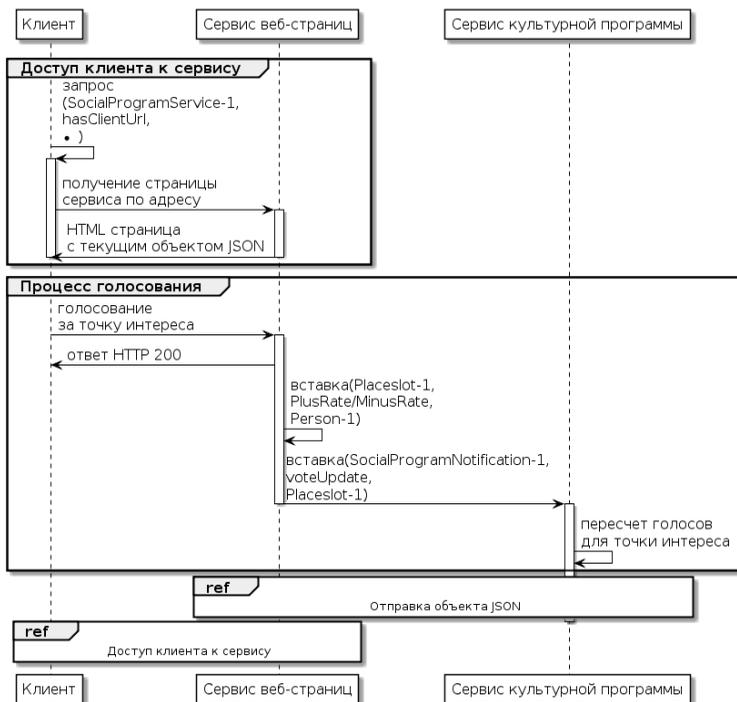


Рис. 8. Последовательность для доступа клиентов и процесса голосования

Процесс доступа к страницам сервиса для сервисов общественных экранов повестки мероприятия и презентации представлен на рисунке 9. Когда организаторам необходимо показать культурную программу, они переключают режимы экранов на сервисах повестки мероприятия и презентации. Процесс доступа аналогичен случаю с мобильными клиентами участников, используя свойства `hasAgendaServiceUrl` для сервиса повестки мероприятия и `hasPresentationServiceUrl` для сервиса презентации.

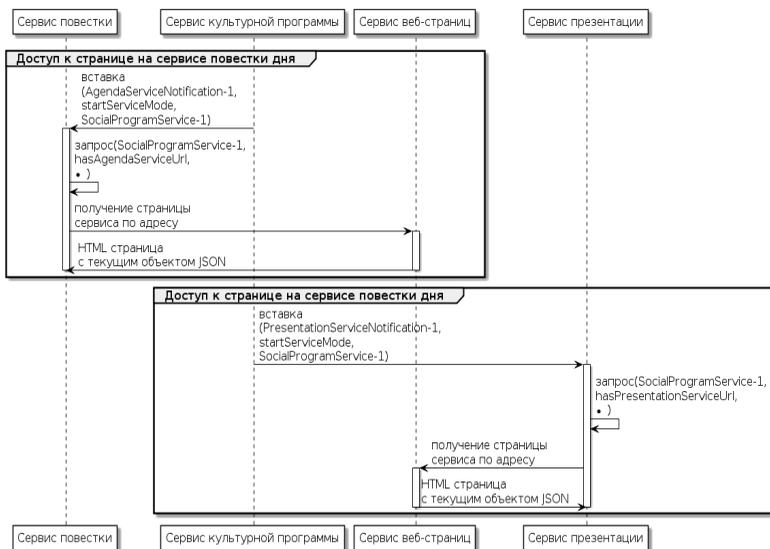


Рис. 9. Последовательность для доступа сервисов повестки мероприятия и презентации

**5. Экспериментальная реализация.** Исходный код программной реализации разработанных сервисов e-туризма для расширения системы SmartRoom является открытым и распространяется вместе с основной системой (см. <https://sourceforge.net/projects/smartroom/>). Таблица 3 показывает технологии, использованные при реализации.

Таблица 3. Используемые технологии

| Технология                            | Сервис                       | Описание   |
|---------------------------------------|------------------------------|--|
| Visual C# и .Net Framework            | Культурной программы, поиска | Язык программирования  |
| Python                                | Веб-страниц                  |  |
| Windows Presentation Foundation (WPF) | Культурной программы         | Графический интерфейс пользователя для организаторов                                       |
| SmartSlog SDK                         | Культурной программы, поиска |  |
| Python KPI                            | Веб-страниц                  | Взаимодействие с пространством ИЗ  |
| World Around Me search engine         | Поиска                       |  |
| CherryPy                              | Веб-страниц                  | Поиск медиа-информации, включая фото и описание точки интереса                             |
| Мако                                  | Веб-страниц                  |  |
| HTML, JavaScript, CSS, jQuery         | Веб-страниц                  | Веб-каркас для обработки REST-запросов и распространения веб-страниц с содержимым сервисов |
|                                       | Веб-страниц                  | Шаблонизатор для построения веб-страниц  |
|                                       | Веб-страниц                  | Программные инструменты веб-страниц  |

На рисунке 10 представлены примеры экрана сервиса культурной программы.

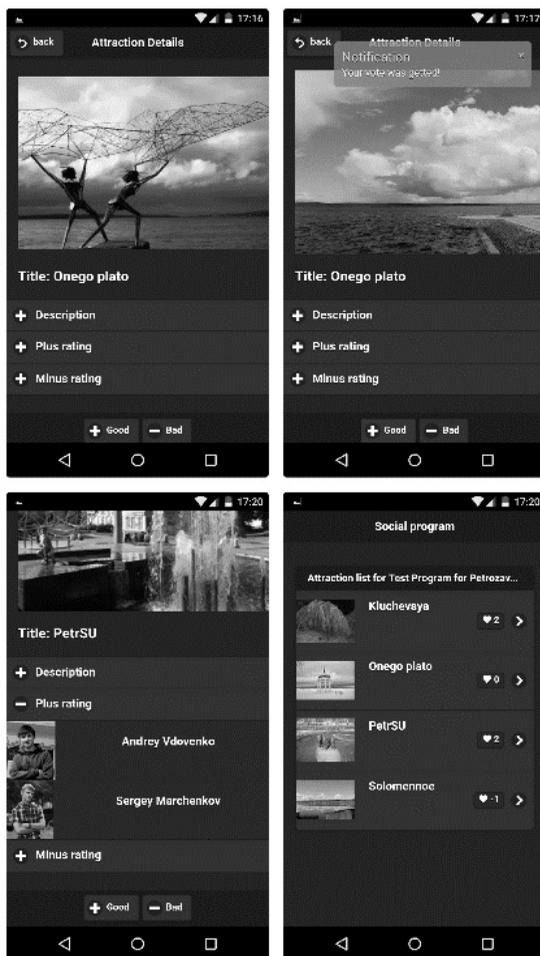
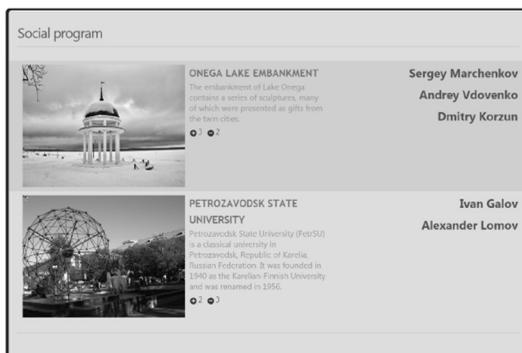


Рис. 10. Примеры снимков экрана для сервиса культурной программы на персональном мобильном устройстве

Первые три снимка демонстрируют представление сервиса на персональном мобильном устройстве участника: 1) страница информации о точке интереса, включающая слайд-шоу из найденных фотографий; 2) страница с примером уведомления о процессе голосования за данную точку интереса; 3) пример страницы с результатами голосо-

вания участников за точку интереса. Последний снимок экрана представляет список точек интереса и результатов голосования за каждый из них. На рисунке 11 показаны соответствующие снимки экранов для сервисов повестки мероприятия и презентации.



a)



b)

Рис. 11. Примеры снимков общественных экранов при составлении культурной программы: а) экран сервиса повестки мероприятия; б) экран сервиса презентации

Сервис поиска использует язык программирования Visual C# и библиотеку .Net Framework. Механизм сериализации использован для обработки ответов веб-сервисов. Сервис поиска использует библиотеку

ку поиска из приложения WorldAroundMe [32]. Она состоит из ядра и модулей драйверов, позволяющих расширять набор доступных веб-сервисов и функций. Модуль ядра перенаправляет поисковые запросы от сервисов электронного туризма соответствующим драйверам. Драйвер, в свою очередь, обрабатывает запрос сервисов и добавляет данные к точкам интереса (напр., ссылки на изображения).

Сервис веб-страниц использует язык программирования Python. Используется библиотека CherryPy для построения веб-каркаса и шаблонизатор Мако для построения веб-страниц. Основным модулем сервиса веб-страниц является диспетчер запросов, который используется для перенаправления запросов соответствующим модулям и вызова действий на основе заданного адреса. Вторым является модуль процессора знаний, использующий библиотеку Python KPI. Модуль процессора знаний отвечает за операции взаимодействия с пространством ИЗ. Третий модуль отвечает за работу с шаблонами, написанными с использованием языков разметки HTML и CSS, а также языка программирования JavaScript. Дополнительно используются библиотеки jQuery и jQuery Mobile для упрощения кода. Модуль шаблонов строит веб-страницы с информацией для пользователей и предоставляет им возможность взаимодействовать с сервисами.

Для изучения производительности реализованных сервисов были проведены экспериментальные исследования. Для экспериментов использовались два персональных компьютера (Linux/Windows) и пять смартфонов (Windows Phone и Android). Каждый компьютер оборудован двухъядерным процессором с тактовой частотой 2,4 Гц, 4 Гб оперативной памяти, жестким диском объемом 2,5 Тб со стандартной скоростью чтения и записи. Тестовая культурная программа состояла из 10 различных точек интереса. Данное количество точек выбрано из расчета среднего количества мест, которые заявляются на конференциях как наиболее популярные. Измерялось время выполнения для следующих операций: поиск фотографий для каждого места, отправка объекта JSON сервисом культурной программы сервису веб-страниц, передача обновленных голосов сервисом веб-страниц сервису культурной программы.

Для каждой точки интереса производился поиск 20 фотографий. Измеренное время составило около 10 сек. Данное время допустимо, так как запрос фотографий выполняется заранее, до начала использования участниками. Основную часть поиска занимает взаимодействие с внешними веб-сервисами (сервис Flickr), так как публикация индивида запроса и результата поиска в ИП предполагает передачу небольшого количество информации в виде индивидов и свойств, и зави-

сит только от пропускной способности сети между сервисами и брокером SIB. Каждый запрос к веб-сервисам выполняется последовательно. Скорость передачи данных при организации веб-взаимодействий сервисов является допустимой для их практического применения.

Операция отправки сервисом культурной программы объекта JSON сервису веб-страниц включает в себя выполнение нескольких шагов. На стороне сервиса культурной программы происходит получение локальной структуры списка точек интереса, затем вся структура преобразовывается в предопределенный формат JSON, и после происходит отправка полученного объекта на сервис веб-страниц по протоколу HTTP. Полученное время для данной операции составило в среднем около 0,5 сек для списка из 10 точек интереса. Наиболее узким среди всех шагов является преобразование локальной структуры к формату JSON, но, используя оптимизированные библиотеки, получается решить эту проблему, что отражено в результатах эксперимента.

Передача обновленных голосов сервисом веб-страниц сервису культурной программы заключается в работе с интеллектуальными пространствами. Когда участник голосует, сервис веб-страниц производит публикацию значений пользователя в интеллектуальное пространство и после публикует уведомление для сервиса культурной программы, указывающее на обновление информации о голосах для точки интереса. В свою очередь, сервис культурной программы получает уведомление и производит обновление локальной информации о результатах голосования. Измеренное время выполнения операции составило в среднем приблизительно 0,6 сек. Данный показатель считается подходящим для рассматриваемой области применения.

**6. Заключение.** В статье выполнено исследование по разработке цифровых окружений совместной деятельности людей на основе подхода интеллектуальных пространств с целью расширения таких окружений информационными сервисами e-туризма. В качестве референтного класса рассмотрены такие окружения как интеллектуальный зал, а в качестве конкретного примера используется система SmartRoom, реализованная на платформе Smart-M3. Для расширения этой системы предложен сценарий построения культурной программы участниками мероприятия. Предложены необходимые решения проектирования для реализации этого сценария на основе набора дополнительных сервисов в составе: сервис культурной программы, сервис поиска и сервис веб-страниц. Построение и доставка этих сервисов выполняется в рамках взаимодействия программных агентов в интеллектуальном пространстве системы SmartRoom, создаваемом в оборудованном помещении. Проведено экспериментальное исследование с

реализованным программным прототипом. Так, при задании для культурной программы 10 возможных точек интереса с 20 фотографиями каждая, операция поиска занимает до 10 с, а операция обновления данных сервиса — около 0,5 с, что является достаточным при практическом использовании для исследуемого класса цифровых окружений совместной деятельности людей.

## Литература

1. Statistics and facts on the global tourism industry. URL: <http://www.statista.com/topics/962/global-tourism> (дата обращения: 18.03.2016).
2. *Sebastia L. et al.* e-Tourism: a tourist recommendation and planning application // International Journal on Artificial Intelligence Tools. 2009. vol. 55. no. 05. pp. 717–738.
3. World Internet users and 2015 population stats. URL: <http://www.internetworldstats.com/stats.htm> (дата обращения: 18.03.2016).
4. *Smirnov A. et al.* Intelligent mobile tourist guide // Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking. 2013. pp. 94–106.
5. *Borràs J., Moreno A., Valls A.* Intelligent tourism recommender systems: A survey // Expert Systems with Applications. 2014. vol. 41. no. 16. pp. 7370–7389.
6. *Muntean M.I.* Some Collaborative Systems Approaches in Knowledge-Based Environments // New Research on Knowledge Management Models and Methods. 2012. pp. 379–394.
7. *Ронжин А.Л., Карпов А.А.* Сравнительный анализ функциональности прототипов интеллектуальных пространств // Труды СПИИРАН. 2013. Т. 1. №. 24. С. 277–290.
8. *Кашевник А.М. и др.* Интеллектуальная система автоматизированного проведения конференций // Труды СПИИРАН. 2010. Т. 3. №. 14. С. 228–245.
9. *Balandin S., Waris H.* Key properties in the development of smart spaces // Universal Access in Human-Computer Interaction. Intelligent and Ubiquitous Interaction Environments. 2009. pp. 3–12.
10. *Ovaska E., Cinotti T.S., Toninelli A.* The design principles and practices of interoperable smart spaces // Advanced Design Approaches to Emerging Software Systems: Principles, Methodology and Tools. 2012. pp. 18–47.
11. *Korzun D., Galov I., Kashevnik A., Balandin S.* Virtual shared workspace for smart spaces and M3-based case study // Proceedings of 15th Conference Open Innovations Association FRUCT. 2014. pp. 60–68.
12. *Vdovenko A., Marchenkov S., Korzun D.* Mobile multi-service smart room client: Initial study for multi-platform development // Proceedings of 13th Conference of Open Innovations Association FRUCT and 2nd Seminar on e-Tourism for Karelia and Oulu Region. 2013. pp. 143–152.
13. *Kulakov K., Shabaev A.* An approach to creation of smart space-based trip planning service // Proceedings of 16th Conference Open Innovations Association FRUCT. 2014. pp. 38–44.
14. *Varfolomeyev A., Korzun D., Ivanovs A., Petrina O.* Smart personal assistant for historical tourism // Proceedings of 2nd Int'l Conf. on Environment, Energy, Ecosystems and Development (EEEAD'2014). 2014. pp. 9–15.
15. *Vdovenko A.S., Marchenkov S.A., Korzun D.G.* Enhancing the smartroom system with e-tourism services // Proceedings of 17th Conference Open Innovations Association FRUCT. 2015. pp. 237–246.
16. *Городецкий В.И.* Агенты и извлечение знаний из данных в интеллектуальном пространстве // Автоматизация управления и интеллектуальные системы и

- среды: Сб. научн. тр. Первой Международной конференции. 2010. С. 24–36.
17. *Korzun D.Zh.* Формализм сервисов и архитектурные абстракции для программных приложений интеллектуальных пространств // Программная инженерия. 2015. С. 3–12.
  18. *Kiljander J. et al.* Enabling Semantic Technology Empowered Smart Spaces // Journal of Computer Networks and Communications. 2012. vol. 2012. pp. 1–14.
  19. *Honkola J. et al.* Smart-M3 information sharing platform // The IEEE symposium on Computers and Communications. 2010. pp. 1041–1046.
  20. *Korzun D.G. et al.* Integration of Smart-M3 applications: Blogging in smart conference // Smart Spaces and Next Generation Wired/Wireless Networking. 2011. pp. 51–62.
  21. *Marchenkov S., Korzun D.* User presence detection based on tracking network activity in smartroom // Proceedings of 16th Conference Open Innovations Association FRUCT. 2014. pp. 45–50.
  22. *Wache H. et al.* Ontology-based integration of information – a survey of existing approaches // IJCAI-01 workshop: ontologies and information sharing. 2001. vol. 2001. pp. 108–117.
  23. *Александров В.В., Андреева Н.А., Кулешов С.В.* Методы построения информационно-логистических систем // СПб.: Изд-во Политехнического университета. 2005. 109 с.
  24. *Nguyen T. et al.* On the practicalities of place-based virtual communities: Ontology-based querying, application architecture, and performance // Expert Systems with Applications. 2014. vol. 41. no. 6. pp. 2859–2873.
  25. *Skillen K. L. u et al.* Ontological user modelling and semantic rule-based reasoning for personalisation of Help-On-Demand services in pervasive environments // Future Generation Computer Systems. 2014. vol. 34. pp. 97–109.
  26. *Martin-Vicente M.I. et al.* A semantic approach to improve neighborhood formation in collaborative recommender systems // Expert Systems with Applications. 2014. vol. 41. no. 17. pp. 7776–7788.
  27. *Evers C. et al.* The user in the loop: Enabling user participation for self-adaptive applications // Future Generation Computer Systems. 2014. vol. 34. pp. 110–123.
  28. *Galov I.V., Korzun D.G.* A Notification Model for Smart-M3 Applications // Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems. 2014. pp. 121–132.
  29. *Bernini D. et al.* Architectural abstractions for spaces-based communication in Smart Environments // Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments. 2012. vol. 4. no. 3. pp. 253–277.
  30. *Riva C., Laitkorpi M.* Designing web-based mobile services with REST // Service-Oriented Computing – ICSOC 2007 Workshops. 2009. pp. 439–450.
  31. *Ivan C., Popa R.* Cloud based Cross Platform Mobile Applications Building and integrating cloud services with mobile client applications // Advances in Computer Science: an International Journal. 2014. vol. 3. no. 2. pp. 69–77.
  32. *Вдовенко А.С., Корзун Д.Ж.* Программный клиент World Around Me для мобильных устройств ОС Windows Phone // Всероссийский конкурс научно-исследовательских работ студентов и аспирантов в области информатики и информационных технологий. 2012. С. 555–559.

**Марченков Сергей Александрович** — аспирант кафедры информатики и математического обеспечения, институт математики и информационных технологий, Петрозаводский государственный университет (ПетрГУ), младший научный сотрудник кафедры информатики и математического обеспечения института математики и информационных технологий, Петрозаводский государственный университет (ПетрГУ). Область научных интересов: интеллектуальные пространства, Интернет вещей, семантический веб, онто-

логическое моделирование. Число научных публикаций — 16. marchenk@cs.karelia.ru; пр. Ленина, 33, Петрозаводск, 185910; р.т.: +7(8142)711015.

**Вдовенко Андрей Сергеевич** — аспирант кафедры информатики и математического обеспечения, институт математики и информационных технологий, Петрозаводский государственный университет (ПетрГУ), младший научный сотрудник кафедры информатики и математического обеспечения института математики и информационных технологий, Петрозаводский государственный университет (ПетрГУ). Область научных интересов: интеллектуальные пространства, интеллектуальный зал, онтологические модели. Число научных публикаций — 23. vdovenko@cs.petrstu.ru, <http://www.cs.petrstu.ru>; пр. Ленина, 33, Петрозаводск, 185910; р.т.: +7(8142)711015.

**Корзун Дмитрий Жоржевич** — доцент, ведущий научный сотрудник кафедры информатики и математического обеспечения института математики и информационных технологий, Петрозаводский государственный университет (ПетрГУ). Область научных интересов: анализ распределенных систем, дискретное моделирование, повсеместные вычисления и интеллектуальные пространства, Интернет вещей, технологии разработки ПО, проектирование алгоритмов и вычислительная сложность, линейный диофантов анализ и его приложения, теория формальных языков и методы трансляции. Число научных публикаций — 152. dkorzun@cs.karelia.ru; пр. Ленина, 33, Петрозаводск, 185910; р.т.: +79095689571, Факс: +7(8142)711000.

**Поддержка исследований.** Статья подготовлена при финансовой поддержке отделения гуманитарных и общественных наук РФФИ, проект № 16-01-12033. Исследование поддержано Минобрнауки России, инициативный проект № 2.5124.2017 в рамках базовой части государственного задания на 2017-2019 гг.

S.A.MARCHENKOV, A.S.VDOVENKO, D.G.KORZUN  
**ENHANCING THE OPPORTUNITIES OF COLLABORATIVE  
 WORK IN AN INTELLIGENT ROOM USING E-TOURISM  
 SERVICES**

---

*Marchenkov S.A., Vdovenko A.S., Korzun D.G. Enhancing the Opportunities of Collaborative Work in an Intelligent Room using e-Tourism Services.*

**Abstract.** An intelligent room system creates a digital service-oriented environment for collaborative work. This paper studies the problem of enhancing such a system with services of electronic tourism (e-Tourism). We define a scenario to enhance the opportunities of collaborative work through involving the participants in the making of a social program to explore the region where the collaborative activity takes place. As a specific software application, we consider the SmartRoom system, which supports collaborative work in a room during such activities as conferences and meetings. Using the smart spaces approach, we develop a set of services to implement the scenario of social program creation. We propose an ontological model and interaction mechanisms for service construction and delivery based on shared information collection and processing by multiple software agents in the smart space created by the SmartRoom system. Our experimental performance study illustrates the proposed service enhancement.

**Keywords:** smart spaces, information service, e-Tourism, intelligent room, Smart-M3, ontological model.

---

**Marchenkov Sergey Aleksandrovich** — Ph.D. student of computer science department of mathematics and information technology institute , Petrozavodsk State University (PetrSU), junior researcher of computer science department of mathematics and information technology institute , Petrozavodsk State University (PetrSU). Research interests: smart spaces, Internet of Things, semantic web, ontological modeling. The number of publications — 16. marchenk@cs.karelia.ru; 33, Lenin Str., Petrozavodsk, 185910, Russia; office phone: +7(8142)711015.

**Vdovenko Andrey Sergeevich** — Ph.D. student of computer science department of mathematics and information technology institute , Petrozavodsk State University (PetrSU), junior researcher of computer science department of mathematics and information technology institute , Petrozavodsk State University (PetrSU). Research interests: smart spaces, intelligent room, ontological model. The number of publications — 23. vdovenko@cs.petsu.ru, http://www.cs.petsu.ru; 33, Lenin Str., Petrozavodsk, 185910, Russia; office phone: +7(8142)711015.

**Korzun Dmitry Georzhevich** — Ph.D., associate professor, leading researcher of computer science department of mathematics and information technology institute , Petrozavodsk State University (PetrSU). Research interests: analysis and evaluation of distributed systems, discrete modeling, ubiquitous computing in smart spaces, Internet of Things, software engineering, algorithm design and complexity, linear Diophantine analysis and its applications, theory of formal languages and parsing. The number of publications — 152. dkorzun@cs.karelia.ru; 33, Lenin Str., Petrozavodsk, 185910, Russia; office phone: +79095689571, Fax: +7(8142)711000.

**Acknowledgements.** The article was published with financial support from Department for Humanities of Russian Fund for Basic Research according to project № 16-01-12033. This

research is supported by the Ministry of Education and Science of Russia within project no. 2.5124.2017 of the basic part of state research assignment for 2017–2019.

## References

1. Statistics and facts on the global tourism industry. Available at: <http://www.statista.com/topics/962/global-tourism> (accessed 18.03.2016).
2. World Internet users and 2015 population stats. Available at: <http://www.internetworldstats.com/stats.htm> (accessed 18.03.2016).
3. Sebastia L. et al. e-Tourism: a tourist recommendation and planning application. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*. 2009. vol. 55. no. 05. pp. 717–738.
4. Smirnov A. et al. Intelligent mobile tourist guide. Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking. 2013. pp. 94–106.
5. Borràs J., Moreno A., Valls A. Intelligent tourism recommender systems: A survey. *Expert Systems with Applications*. 2014. vol. 41. no. 16. pp. 7370–7389.
6. Muntean M.I. Some Collaborative Systems Approaches in Knowledge-Based Environments. *New Research on Knowledge Management Models and Methods*. 2012. pp. 379–394.
7. Ronzhin A.L., Karpov A.A. [A comparative analysis of smart space prototypes functionality]. *Trudy SPIIRAN – SPIIRAS Proceedings*. 2013. vol. 1. no. 24. pp. 277–290. (In Russ.).
8. Kashevnik A. M. et al. [Intelligent system for conference management automation]. *Trudy SPIIRAN– SPIIRAS Proceedings*. 2010. vol. 3. no. 14. pp. 228–245. (In Russ.).
9. Balandin S., Waris H. Key properties in the development of smart spaces. *Universal Access in Human-Computer Interaction. Intelligent and Ubiquitous Interaction Environments*. 2009. pp. 3–12.
10. Ovaska E., Cinotti T.S., Toninelli A. The design principles and practices of interoperable smart spaces. *Advanced Design Approaches to Emerging Software Systems: Principles, Methodology and Tools*. 2012. pp. 18–47.
11. Korzun D., Galov I., Kashevnik A., Balandin S. Virtual shared workspace for smart spaces and M3-based case study. *Proceedings of 15th Conference Open Innovations Association FRUCT*. 2014. pp. 60–68.
12. Vdovenko A., Marchenkov S., Korzun D. Mobile multi-service smart room client: Initial study for multi-platform development. *Proceedings of 13th Conference of Open Innovations Association FRUCT and 2nd Seminar on e-Tourism for Karelia and Oulu Region*. 2013. pp. 143–152.
13. Kulakov K., Shabaev A. An approach to creation of smart space-based trip planning service. *Proceedings of 16th Conference Open Innovations Association FRUCT*. 2014. pp. 38–44.
14. Varfolomeyev A., Korzun D., Ivanovs A., Petrina O. Smart personal assistant for historical tourism. *Proceedings of 2nd Int'l Conf. on Environment, Energy, Ecosystems and Development (EEEAD'2014)*. 2014. pp. 9–15.
15. Vdovenko A.S., Marchenkov S.A., Korzun D.G. Enhancing the smartroom system with e-tourism services. *Proceedings of 17th Conference Open Innovations Association FRUCT*. 2015. pp. 237–246.
16. Gorodetskii V. I. [Agents and knowledge extraction from data in the smart space] *Avtomatizacija upravlenija i intellektual'nye sistemy i sredy: Sb. nauchn. tr. Pervoj Mezhdunarodnoj konferencii. [Automation of management and intelligent systems and environments: Proceedings of First International Conference]*. 2010. pp. 24–36. (In Russ.).
17. Korzun D.G. [Formalism of services and architectural abstraction for software applications of smart spaces]. *Programmnyaya inzheneriya. – Software engineering*. 2015. pp. 3–12. (In Russ.).

18. Kiljander J. et al. Enabling Semantic Technology Empowered Smart Spaces. *Journal of Computer Networks and Communications*. 2012. vol. 2012. pp. 1–14.
19. Honkola J. et al. Smart-M3 information sharing platform. The IEEE symposium on Computers and Communications. 2010. pp. 1041–1046.
20. Korzun D.G. et al. Integration of Smart-M3 applications: Blogging in smart conference. Smart Spaces and Next Generation Wired/Wireless Networking. 2011. pp. 51–62.
21. Marchenkov S., Korzun D. User presence detection based on tracking network activity in smartroom. Proceedings of 16th Conference Open Innovations Association FRUCT. 2014. pp. 45–50.
22. Wache H. et al. Ontology-based integration of information – a survey of existing approaches. IJCAI-01 workshop: ontologies and information sharing. 2001. vol. 2001. pp. 108–117.
23. Aleksandrov V.V., Andreeva N.A., Kuleshov S.V. *Metody postroenija informacionno-logisticheskikh sistem* [Methods of construction information and logistics systems]. SPb.: Izd-vo Politehnicheskogo universiteta, 2005. 109 p. (In Russ.).
24. Nguyen T. et al. On the practicalities of place-based virtual communities: Ontology-based querying, application architecture, and performance. *Expert Systems with Applications*. 2014. vol. 41. no. 6. pp. 2859–2873.
25. Skillen K. L. et al. Ontological user modelling and semantic rule-based reasoning for personalisation of Help-On-Demand services in pervasive environments. *Future Generation Computer Systems*. 2014. vol. 34. pp. 97–109.
26. Martín-Vicente M.I. et al. A semantic approach to improve neighborhood formation in collaborative recommender systems. *Expert Systems with Applications*. 2014. vol. 41. no. 17. pp. 7776–7788.
27. Evers C. et al. The user in the loop: Enabling user participation for self-adaptive applications. *Future Generation Computer Systems*. 2014. vol. 34. pp. 110–123.
28. Galov I.V., Korzun D.G. A Notification Model for Smart-M3 Applications. Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems. 2014. pp. 121–132.
29. Bernini D. et al. Architectural abstractions for spaces-based communication in Smart Environments. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*. 2012. vol. 4. no. 3. pp. 253–277.
30. Riva C., Laitkorpi M. Designing web-based mobile services with REST. Service-Oriented Computing – ICSOC 2007 Workshops. 2009. pp. 439–450.
31. Ivan C., Popa R. Cloud based Cross Platform Mobile Applications Building and integrating cloud services with mobile client applications. *Advances in Computer Science: an International Journal*. 2014. vol. 3. no. 2. pp. 69–77.
32. Vdovenko A.S., Korzun D.G. [The software client World Around Me for mobile devices OS Windows Phone]. *Vserossijskij konkurs nauchno-issledovatel'skikh rabot studentov i aspirantov v oblasti informatiki i informacionnyh tehnologij* [All-Russian contest of research works of students and graduate students in computer science and information technologies]. 2012. pp. 555–559. (In Russ.).