

### Акимов / Akimov S.

Сергей Викторович

(akimov-sv@yandex.ru)

кандидат технических наук, доцент.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций

им. проф. М. А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ), доцент

кафедры автоматизации предприятий связи.

г. Санкт-Петербург

### Верхова / Verkhova G.

Галина Викторовна

(galina500@inbox.ru)

доктор технических наук, профессор.

СПбГУТ, заведующая кафедрой автоматизации предприятий связи.

г. Санкт-Петербург

Ключевые слова: виртуальное предприятие – virtual enterprise; киберсреда – cyber-environment; социальная сеть – social network; материальные активы – tangible assets; управление проектами – project management; электронный документооборот – electronic document flow; учет публикационной активности – accounting publication activity; формирование репутации – forming reputation; нематериальные активы – intangible assets.

Представлены результаты научных исследований в области формирования киберсреды виртуальных предприятий. Рассмотрена роль, которую играют виртуальные предприятия и киберсреды в постиндустриальном обществе. Показано, что в основу киберсреды виртуальных предприятий должны быть положены три базовых принципа: агентности, информационного самообслуживания и управляемой информационной открытости. Приведена архитектура киберсреды, структура и назначение программных модулей.

The Results of scientific research related to generating cyber-environment of virtual enterprises are introduced. The Role that played by virtual enterprises and cyber-environments in post-industrial society is considered. It is shown that three basic principles should be laid into the basis of virtual enterprise cyber-environment i.e. agent nature, information self-servicing and controlled information openness. Cyber-environment architecture, software module structures and purpose are shown.

### Введение

В современных условиях эффективное функционирование инновационных предприятий, университетов, научно-исследовательских институтов и лабораторий

невозможно без наличия специализированной киберсреды, образующей единое информационное научно-производственное пространство [1]. Существующие корпоративные информационные системы университетов, институтов и центров научной информации являются замкнутыми и не образуют единого информационного пространства [2]. Информационная «раздробленность» отрицательно сказывается на прозрачности направлений научных исследований, проводимых отдельными группами ученых, и массиве наличных интеллектуальных и материальных ресурсов, что ведет к снижению эффективности координации деятельности и процессов формирования творческих коллективов. Вследствие отсутствия общедоступных информационных систем, автоматизирующих типовые рутинные операции, преподаватели вузов и научные сотрудники вынуждены значительную часть времени тратить на выполнение низкоквалифицированной работы, заключающейся в заполнении всевозможных бланков и подготовке отчетов, что представляется неприемлемым в век информационных технологий. Единое научно-деловое пространство необходимо для осуществления поддержки интеграционных процессов в науке, образовании и бизнесе.

В развитых странах интенсивно проводятся исследования в области технологий постиндустриального общества, среди которых особый интерес представляет комплекс программ Агентства по перспективным оборонным научно-исследовательским разработкам США (DARPA). Целью комплекса программ DARPA является повышение уровня обороноспособности США и стран НАТО, путем создания и внедрения новейших технологий [3–5]. Анализ программ Агентства по перспективным оборонным научно-исследовательским разработкам США показывает их нацеленность на создание новой супертехнологичной многоцелевой техногенной среды для решения задач обеспечения национальной

безопасности. Ключевыми особенностями такой среды являются: системность, гибкость, адаптивность, ориентированность на систему моделей разных типов, автономность, модульность, интеллектуальность, распределенность [6]. В рамках данных программ последовательно развиваются наиболее перспективные идеи и концепции последних десятилетий, на основе которых создаются и внедряются новейшие технологии. Несмотря на военную тематику, большая часть наработок может и будет использоваться в гражданских целях.

Одним из основных назначений многоцелевой техногенной среды является инфокоммуникационное обеспечение виртуальных предприятий, удельный вес которых будет возрастать в процессе становления и развития постиндустриального общества. Технология виртуальных предприятий позволяет на контрактной основе динамически создавать временные организационные структуры под решение конкретных задач. Данная технология может применяться и в управлении тради-

ционными предприятиями, путем замены контракта производственным заданием. Достоинствами технологии виртуальных предприятий являются:

- возможность создания временного трудового коллектива под решение конкретной задачи;
- высокая гибкость в управлении отношениями между участниками, что обеспечивает высокий уровень соответствия между реальными отношениями и их отображением в информационной среде;
- поддержка географически распределенных предприятий;
- устранение потребности в дублировании информации и сведение к минимуму рутинной работы.

Внедрение данной технологии требует создания программного обеспечения нового типа, в котором учитывается специфика функционирования виртуальных предприятий. Для успешного внедрения необходима разработка плана организационных мероприятий и процедур, учитывающих кардинальное отличие

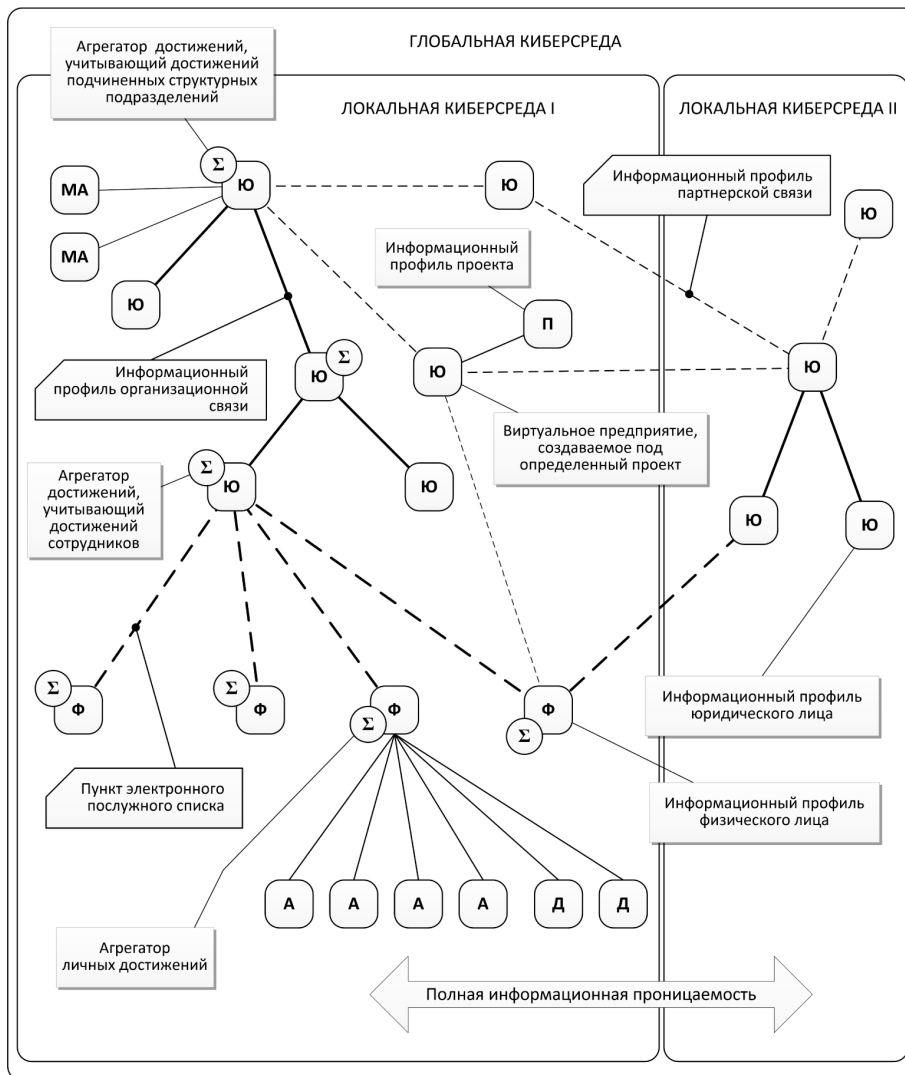


Рис. 1. Архитектура киберсреды виртуальных предприятий

данной технологии от традиционных, используемых на подавляющем большинстве современных организаций, привычки и психологию персонала.

Целью данной статьи является представление результатов исследований в области разработки теории и программного обеспечения формирования киберсреды виртуальных предприятий. В процессе научного исследования решались следующие научно-технические задачи:

- разработка концепции киберсреды, поддерживающей технологию виртуальных предприятий и производств;
- формализованное представление киберсреды с использованием методологии комплексного моделирования;
- создание архитектуры киберсреды;
- разработка программного обеспечения киберсреды функционирования виртуальных предприятий;
- проведение мероприятий по внедрению киберсреды.

### Принципы построения киберсреды

Киберсреда виртуальных предприятий (К), архитектура которой представлена на рис. 1, состоит из информационных профилей участников (У), профилей выполняемых проектов (П) и наличных активов (А), а также связей между ними (R):

$$K \stackrel{\text{def}}{=} \langle U, P, A, R \rangle.$$

В роли участников могут выступать как физические (Ф) так и юридические (Ю) лица:

$$U \stackrel{\text{def}}{=} \langle Ю \cup Ф \rangle.$$

В рамках принятой концепции понятие «юридическое лицо» трактуется расширительно и не совпадает с определением, содержащимся в «Гражданском

кодексе РФ» (ФЗ-99, ст. 48) [7]. Под юридическим лицом будем понимать любого участника, который не является физическим лицом. Согласно данному определению в роли юридического лица может выступать структурное подразделение, ученый совет, студенческая группа и т.п.

С профилями участников ассоциирована информация о материальных активах (МА), объектах интеллектуальной собственности (ИС) и прочих достижениях (Д):

$$A \stackrel{\text{def}}{=} \langle MA \cup IS \cup D \rangle.$$

Информационные профили участников, проектов и активов объединены в единую систему с помощью механизма связей:

$$R \stackrel{\text{def}}{=} \langle R_{\text{орг}}, R_{\text{ПС}}, R_{\text{П}} \rangle.$$

С помощью связей  $R_{\text{орг}}$  формируется организационная структура предприятия. Данный тип связи отражает иерархическую структуру. Связи  $R_{\text{ПС}}$  образуют электронный послужной список пользователя, являющегося физическим лицом. Отдельная связь  $R_{\text{ПС}(i)} \in R_{\text{ПС}}$  соответствует отдельной записи в трудовой книжке. Партнерские и прочие связи отображаются с помощью  $R_{\text{П}}$ . Каждый участник может иметь множество связей с другими участниками. Связь представляет собой достаточно сложную информационную структуру и содержит всю необходимую информацию, включая конкретизацию типа связи, дату установления (разрыва) связи и т.п.

В основу киберсреды виртуальных предприятий положены три базовых принципа: 1) агентности, 2) информационного самообслуживания и 3) управляемой информационной открытости. Принцип агентности предполагает формирование мультиагентной сети, в которой каждый участник – юридическое или физическое лицо – самостоятельно регистрируется в виде независимого агента, имея полный контроль над

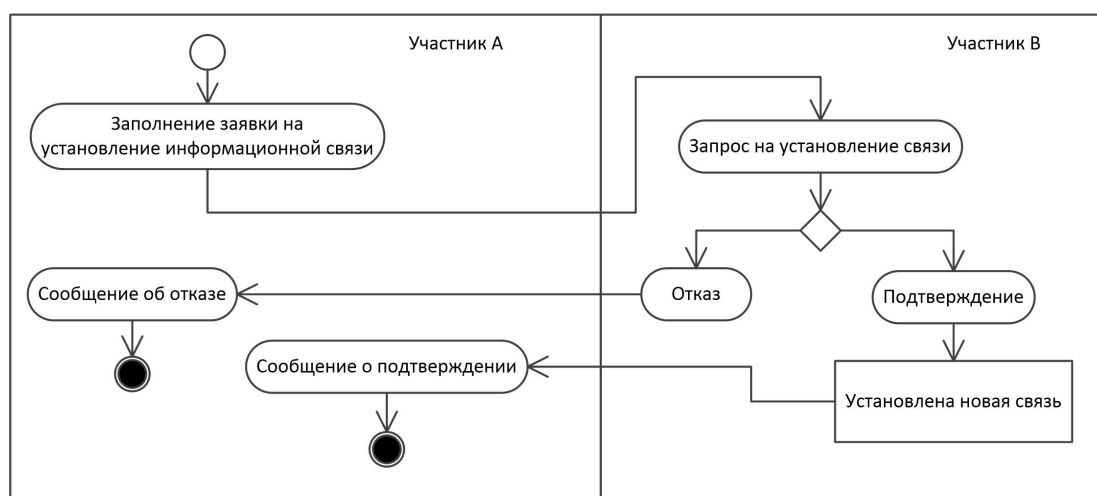


Рис. 2. Установление информационных связей между участниками

собственным информационным профилем и установлением информационных связей с другими агентами, осуществляемых по запросу с последующим подтверждением (рис. 2). Все участники (агенты) киберсреды являются равноправными вне зависимости от их положения в иерархии корпоративных отношений. Данный принцип делает киберсреду кардинально отличной от современных корпоративных информационных систем, имеющих централизованное управление, при котором регистрация сотрудников, формирование структуры предприятия и управление правами доступа осуществляется из единого центра.

Принцип информационного самообслуживания подразумевает представление информации в киберсреде ее непосредственными обладателями, которые одновременно являются заинтересованными лицами в ее распространении для ограниченного или неограниченного круга лиц. Данный принцип гарантирует высокую степень актуальности и полноты информации, устраняя потребность в посредниках, участвующих в сборе, обработке и представлении информации, как это происходит в существующих корпоративных системах. Верификация информации может осуществляться способами, аналогичными применяемым в бумажном документообороте, путем установления отметок о подтверждении, заверенных электронной подписью. Кроме того, доступны и другие способы, например установление ссылок на ресурсы систем научно-технической информации, включая базы данных патентов и индексов цитирования.

Управляемая информационная открытость подразумевает свободное распространение информации на основе набора лицензий, накладывающих ограничения на распространение, а также модификацию и удаление информации. Тип лицензии на информационные ресурсы определяется участниками сети, которые являются

владельцами информации. Возможность дальнейшего изменения типа лицензии на опубликованный информационный ресурс может быть ограничено, что продиктовано необходимостью сохранения целостности информационных связей (рис. 3). Каждый участник сети является владельцем информации, представленной им в системе, и может в любой момент осуществить ее импортирование в формате, доступном для размещения в другой информационной системе. Таким образом, участнику киберсреды не придется дважды заносить информацию, а кроме того, допускается свободный информационный обмен между киберсредой и другими информационными системами (см. рис. 1). Этим рассматриваемая киберсреда отличается как от существующих корпоративных систем, так и от социальных сетей, представляющих изолированные информационные пространства.

### Программное обеспечение

Концепция киберсреды виртуальных предприятий была программно реализована в «Информационно-аналитической системе комплексной автоматизации академической, инновационной, производственной и творческой деятельности с функциональностью специализированной социальной сети (Education Job International Keeper – EJ-ИК)» (сайт проекта «Научно-деловая социальная сеть EJ-ИК»: <http://ej-ik.ru>), ставшей в 2015 году победителем Конкурса лучших инновационных проектов сфере науки и высшего профессионального образования, проводимого Комитетом по науке и высшей школе Санкт-Петербурга (данные с официального сайта Комитета по науке и высшей школе: <http://knvsh.gov.spb.ru>). В данной системе реализованы основные механизмы, необходимые для функционирования киберсреды:

- регистрация участников (юридических и физических лиц);

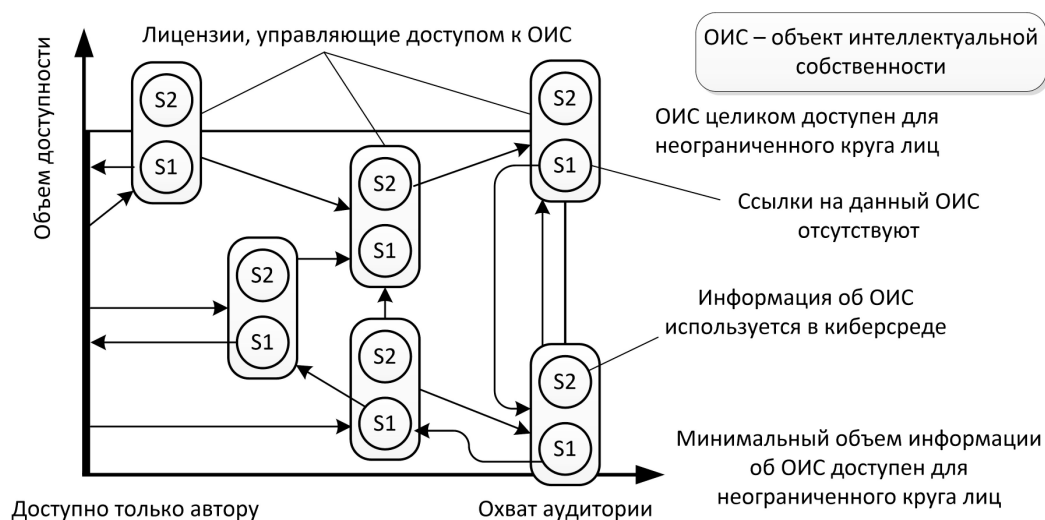


Рис. 3. Управляемая информационная открытость

- установление связей между участниками по запросу с последующим подтверждением;
- информационная система по имеющемуся оборудованию, которое может быть использовано другими участниками сети на правах аренды;
- информационная система публикаций и личных достижений участников;
- система заказов;
- инфокоммуникационная система, учитывающая особенности делового взаимодействия участников;
- агрегация информации и вычисление рейтингов участников с учетом организационных и партнерских связей.

Система написана на языке программирования С# в рамках технологии ASP.NET. При разработке была использована технология Domain Driven Design (DDD), которая представляется наиболее перспективной для написания больших информационно-аналитических систем за счет того, что позволит смоделировать предметную область и допускает дальнейшую модификацию и масштабирование. В качестве сервера баз данных использован MS SQL Server, ввиду возможности его

максимально глубокой интеграции в систему, построенную на платформе .NET. Объектно-реляционное преобразование осуществлялось с помощью Entity Framework.

В киберсреде данные об участниках структурируются с помощью информационных профилей. В отличие от существующих социальных сетей в рассматриваемой киберсреде созданы отдельные структуры для физических и юридических лиц, учитывающие особенности представляемой информации и алгоритмы ее обработки. Различие в структуре профилей влечет различие в средствах отображения и управления информацией, осуществляемые максимально адекватным и удобным способом, недостижимым для систем с общим профилем для физических и юридических лиц. Управление всей информацией и осуществление коммуникаций между участниками выполняется через электронный кабинет пользователя.

На рис. 4 представлена архитектура программного модуля структурных подразделений. В основу данного модуля положены связанные информационные профили юридических лиц. В роли связи выступает организационная связь, отражающая иерархическую струк-

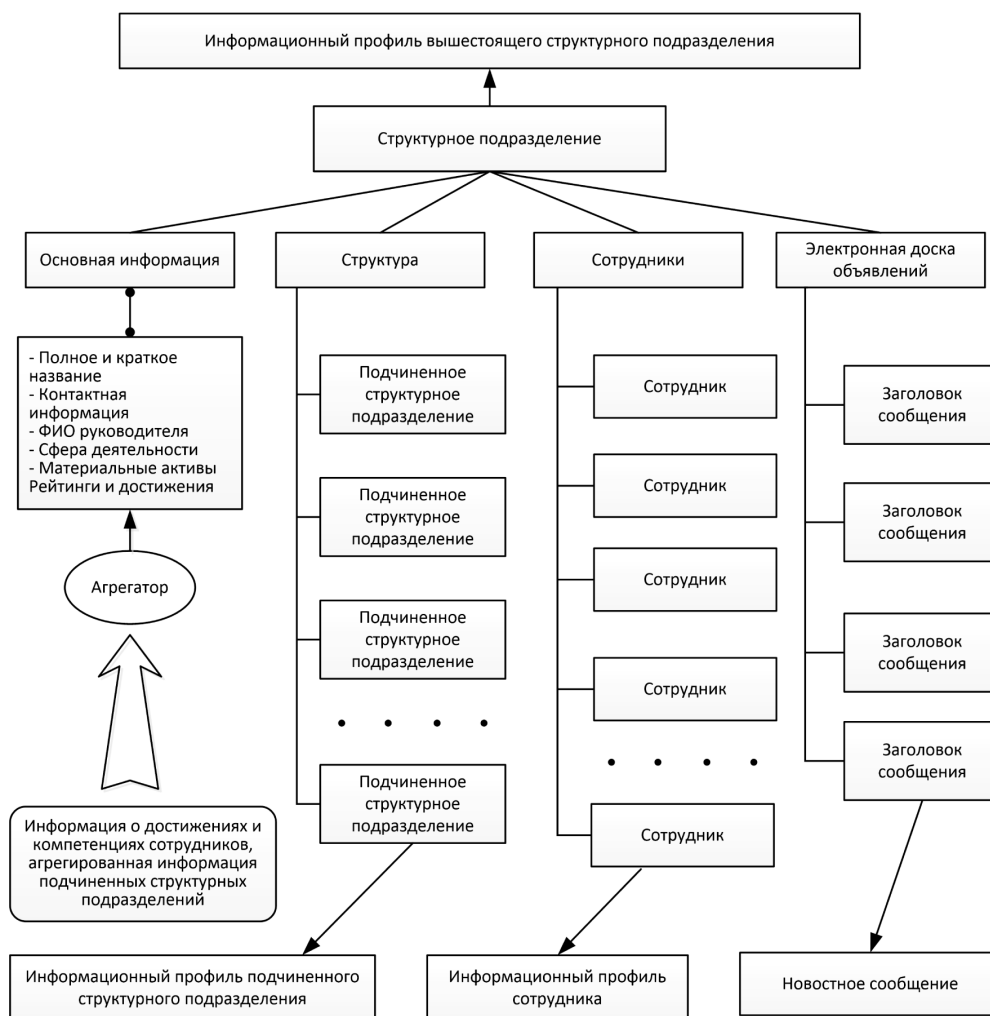


Рис. 4. Программный модуль структурных подразделений

туру предприятия. Как и в случае с другими связями киберсреды виртуальных предприятий, организационная связь между юридическими лицами устанавливается по запросу с последующим подтверждением. После установления информационных связей, каждое структурное подразделение будет связано как с вышестоящим структурным подразделением, так и с подчиненными (если таковые имеются).

Программный модуль структурных подразделений имеет несколько разделов, отвечающих за представление общей информации, организационной структуры, информации о сотрудниках, а также электронной доски объявлений. В основу раздела общей информации положен информационный профиль юридического лица с соответствующими сущностными классами и таблицами баз данных, в которых осуществляется сохранение информации. Структура подразделения формируется динамически с использованием специальных алгоритмов и информационных профилей организационных связей и нижестоящих структурных подразделений. Аналогичным образом формируется информация о сотрудниках. Агрегатор обеспечивает интегрированное представление информации о достижениях и компетенциях сотрудников, а также агрегированной информации подчиненных структурных подразделений. Информация, полученная с помощью агрегатора, выводится в разделе основной информации о юридическом лице, а также используется в поисковой системе киберсреды и для вычисления

рейтингов участников. Электронная доска объявлений имеет открытую и закрытую, доступную только для сотрудников, части.

Информационная связь между физическим лицом и структурными подразделениями или предприятиями, сотрудником которых он является или являлся, осуществляется с помощью электронного послужного списка (рис. 5). Электронный послужной список является виртуальным аналогом трудовой книжки, а пункты послужного списка – записями в ней. Согласно принципу самообслуживания пункты послужного списка создаются либо участником, либо сотрудником отдела кадров с последующим подтверждением. Пункты послужного списка используются при автоматическом формировании списка сотрудников в программном модуле структурного подразделения (юридического лица), а также агрегатором, при получении интегрированной информации и дальнейшем вычислении рейтингов.

Разработанная «Информационно-аналитическая система комплексной автоматизации академической, инновационной, производственной и творческой деятельности с функциональностью специализированной социальной сети (Education Job International Keeper – EJ-ИК)» имеет развитые средства корпоративных коммуникаций, осуществляемой посредством системы личных сообщений и рабочих групп, создаваемых под конкретную задачу. В программном модуле рабочих

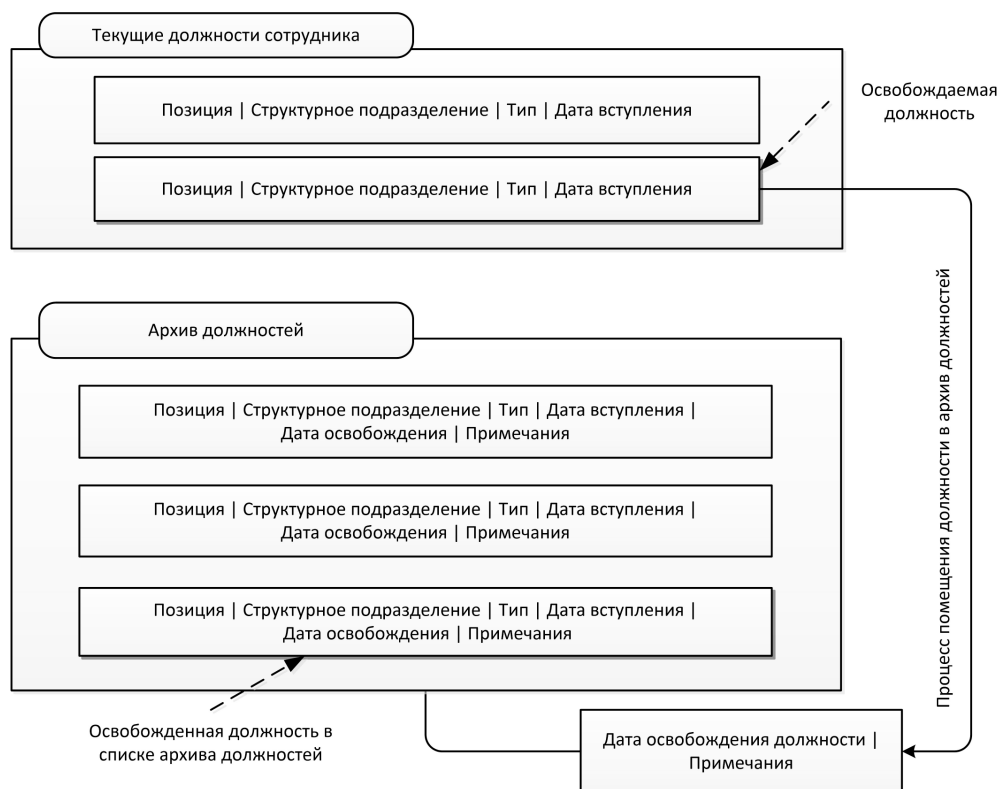


Рис. 5. Структура электронного послужного списка физического лица

групп реализован удобный интерфейс управления участниками группы, общий информационный поток, а также возможность открытия в правом окне временного диалога с участником, входящем в контактный лист пользователя.

Из электронного кабинета пользователя, являющегося физическим лицом, доступен модуль по управлению информацией о публикационной активности, развернутой информации об образовании и личных достижениях. Для обоих видов участников (юридических и физических лиц) доступно задание информационных тегов, разбитых на категории, система заказов, а также все средства коммуникаций.

В рамках развития системы выполняется разработка мобильного приложения для платформы Android, создается система видеоконференций и дистанционных выставок, совершенствуются существующие программные модули.

## Заключение

В результате проведенных научных исследований в рамках программы создания киберсреды постиндустриального общества были получены следующие результаты:

- предложена концепция киберсреды виртуальных предприятий;
- выполнено формализованное представление киберсреды с использованием методологии комплексного моделирования;
- создана архитектура киберсреды;
- разработано программно-алгоритмическое обеспечение технологии виртуальных предприятий;
- сформирован план мероприятий по внедрению киберсреды.

Основываясь на результатах проведенных исследований, изложенных в данной статье, можно сделать следующие выводы:

- в основу киберсреды виртуальных предприятий не может быть положена архитектура с централизованным управлением, которая используется в существующих автоматизированных системах управления предприятиями;
- киберсреда виртуальных предприятий должна строиться на трех базовых принципах: 1) агентности, 2) информационного самообслуживания и 3) управляемой информационной открытости;
- внедрение киберсреды, в которой реализованы данные принципы, обеспечит качественно новый уровень информационного обеспечения всех участников процесса, сведет к минимуму избыточность информации и, как результат, минимизацию выполняемой рутинной работы;
- применение технологии виртуальных предприятий в управлении предприятиями традиционного типа повысит качество информационного обеспечения, сократит рутинные процедуры, повысит уровень вовле-

ченности сотрудников в бизнес-процессы и сделает последние более прозрачными;

- локальные киберсреды могут быть объединены в единую киберсреду, обладающую информационной прозрачностью для всех участников.

Для широкого внедрения технологии виртуальных предприятий и формирования единой киберсреды постиндустриального общества необходимо проведение дальнейших исследований в следующих направлениях:

- разработка стандартов информационного обмена между киберсредами, информационными системами предприятий и государственных структур, системами научной информации;
- разработка системы лицензий (политик) для обеспечения управляемой информационной открытости, включая разработку перечней допустимых изменений лицензирования размещенной в киберсреде информации;
- разработка механизмов «бесшовного» информационного взаимодействия между локальными киберсредами.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Благотворительного фонда В. Потанина (№ ГПК-19/16)

## Литература

1. Акимов, С. В. Распределенная информационно-аналитическая система комплексной автоматизации академической деятельности / С.В. Акимов, Г.В. Верховая // Телекоммуникации. – 2014. – № 5. – С. 15–19.
2. Суворова, Н. В. Программное обеспечение для автоматизации вузов / Н.В. Суворова, А.Г. Зрюмова, Е.А. Зрюмов // Ползуновский альманах. – 2012. – № 2. – С. 138–139.
3. Department of Defense Fiscal Year (FY). President's Budget Submission. Defense Advanced Research Projects Agency. Justification Book. Volume 1. Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide, 2014.
4. Department of Defense Fiscal Year (FY) President's Budget Submission. Defense Advanced Research Projects Agency. Justification Book Volume 1. Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide, 2013.
5. Department of Defense Fiscal Year (FY) Budget Estimates. Defense Advanced Research Projects Agency. Justification Book Volume 1. Research, Development, Test & Evaluation, Defense-Wide, 2012.
6. Акимов, С. В. Концепция создания единой киберсреды постиндустриального общества / С.В. Акимов, Н.П. Меткин // Вопросы радиоэлектроники. – 2015. – № 2 (2). – С. 29–46.
7. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (в ред. от 02.10.2016) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1994. – № 32. – Ст. 3301.