

# Базовые требования к информационно-образовательным пространствам, основанные на их фундаментальных свойствах<sup>1</sup>

*Изложены результаты синтеза системы базовых требований к информационно-образовательным пространствам (ИОП), независимые от специфики конкретного образовательного учреждения. Типы базовых требований получены конкретизацией фундаментальных свойств ИОП, наследованных в онтологиях контекста ИОП и категорий информационных пространств. Базовые требования поддерживают архитектуру интеграции информации и знаний, а также взаимодействия субъектов образовательной и научной деятельности, осуществляемые, в частности, с использованием много-агентных технологий.*

**Ключевые слова:** информационно-образовательное пространство, образовательная среда наследование свойств, базовые требования, конкретизация.

## BASIC REQUIREMENTS FOR INFORMATION-EDUCATIONAL SPACES BASED ON THEIR FUNDAMENTAL ATTRIBUTES

*This article presents results of synthesizing basic requirements for information-educational spaces (IES) independent of specific features of particular educational establishment. Types of basic requirements were obtained by particularization of IES fundamental attributes inherited in the ontologies of IES context and information spaces categories. Basic requirements support the architecture of information and knowledge integration and interaction of actors of educational and scientific activities conducted in particular by using multi-agent techniques.*

**Keywords:** information-educational space, educational environment, attributes inheritance, basic requirements, particularization.

### Введение

Данная публикация, по сути, является второй частью статьи [1] и содержит описание результатов применения предложенного той статье подхода, состоящих в системе обобщенных базовых требований к информационно-образовательным пространствам (ИОП), а также способов их применения в проектах создания конкретных ИОП. Напомним, что в [1] изложен подход к синтезу базовых требований к ИОП на основе определения источников их фундаментальных свойств, причем таких источников,

которые находятся за границами любого конкретного образовательного учреждения (ОУ). В качестве таких источников выбраны наиболее важные смежные с ИОП понятия, являющиеся по отношению к любому ИОП более общими (родовыми) или более комплексными (агрегированными), а именно: среда обитания (СО), информационное пространство (ИП), предприятие и архитектура предприятия (АП), образовательная среда (ОС).

Технически фундаментальные свойства ИОП определены процедурами наследования свойств по связям «род-вид» или «целое-

часть» в онтологиях контекста ИОП и категорий информационных пространств, описанных в [1]. В последующем изложении эти онтологии для краткости называются **исходными онтологиями**, а указанные выше высокоуровневые смежные понятия – **исходными понятиями**. При этом, в существующей сегодня ситуации наиболее важным представляется не только выполненный в [1] выбор исходных понятий, но и обоснование выбранных для них толкований. Это связано со значительным разнообразием толкований даже таких основополагающих понятий, как указанные выше СО, ИП и ОС.

<sup>1</sup> Статья подготовлена при поддержке гранта РФФИ (Проект № 13-07-00917а).



**Евгений Захарович Зиндер,**  
президент

Тел.: (495) 442-80-98

Эл. почта: EZinder@fostas.ru  
НО «Фонд поддержки системного  
проектирования, стандартизации  
и управления проектами»  
www.fostas.ru

**Evgeny Z. Zinder,**  
President

Тел.: (495) 442-80-98

E-mail: EZinder@fostas.ru  
NPO Foundation for System Engineering,  
Standardization and Project Management  
Support  
www.fostas.ru

Чтобы не распространять следствия этого разнобоя на фундаментальные свойства ИОП, потребовалось провести анализ толкований, существующих в публикациях научного, методического и нормативного характера, отобразить толкования, отличающиеся как связью с информационно-коммуникационными технологиями (ИКТ), так и достаточной полнотой области значений. Рассматривается неключевая связь толкований с ИКТ, то есть, такая, при которой предполагается информационное обеспечение образовательных процессов и использование для этого современных технологий, но технологиям не придается самоценный характер, приоритетный перед собственно образованием, тем более – самодовлеющий характер. Это важно для учета приоритетов обучающихся и педагогических подходов. При этом отбирались толкования, отличающиеся наличием тех свойств, наследование которых позволит далее в конструктивном стиле планировать и обеспечивать

- потенциальные способности ИОП развитию,
- совместимость разных ИОП (и ряд других необходимых для их функционирования свойств),
- инструментальные средства, которые поддерживали бы указанные свойства,
- процессы создания потенциально совместимых и интегрируемых ИОП.

## 2. Переход от фундаментальных свойств ИОП к системе обобщенных требований

Отметим, что в [1] изложены понятийный (структурный) и процессный аспекты предложенного подхода. Пошаговое представление и задание итерационного характера процессного аспекта нацелены на переход от фундаментальных свойств ИОП к системе обобщенных требований, которая может адаптироваться к каждой конкретной образовательной среде и конструктивно применяться при создании её ИОП. В данной публикации

показаны результаты этого перехода, определяется структура разработанной системы требований к ИОП, описываются собственно обобщенные базовые требования, а также обсуждаются способы их применения в конкретных проектах, ориентированных на создание ИОП и создание инструментов разработки и поддержки ИОП.

### Структура системы базовых требований

Типы сформулированных требований составляют целостную открытую систему требований, структурированную на самом высоком уровне своего устройства. Её системные свойства обеспечиваются

- последовательным, но итерационно уточняемым методом наследования фундаментальных свойств ИОП в рамках исходных онтологий (см. их схемы на рис. 1 и 2 в [1]);

• отображением этих свойств в требования с пониманием общих свойств АП, разделяющейся на разные архитектурные области (бизнес-архитектура, системная архитектура) и аспекты (информация, процессы, действующие субъекты, и др.), а также трансформирующейся во времени;

- отображением этих свойств в требования таким образом, который обеспечивает возможность последующей трассировки требований к архитектурным элементам будущих реализаций ИОП.

Определенные таким образом базовые требования поддерживают архитектуру интегрированных ИОП (ИИОП), в которых интегрируются

- информация и знания ИОП, а также ИП иных типов;
- взаимодействия субъектов и механизмов разных типов, действующих в рассматриваемой ОС.

Система требований структурирована на отдельно описываемые текущие и перспективные требования, а также включает требования, естественным образом связанные с возможностями использования многоуровневых сервисных архитектур и многоагентных технологий.

В результате, сформирована система требований, состоящая из

- групп требований, где каждая группа связана с фундаментальными свойствами, наследованными от одного из исходных понятий;

- внутри каждой группы – из категорий требований, различающихся по связи с деловыми потребностями и по очередям реализации в системной и технологической архитектуре ИОП;

- связей между требованиями каждой группы и категории, а также их связей с конкретными значениями требований, определяемыми в проектах реализации ИОП или при настройке интегрированного ИОП (ИИОП) конкретной ОС.

Структура и элементы системы требований более конкретно представлены далее в форме четырех таблиц «Требований к базовым характеристикам ИОП», каждая из которых содержит одну группу требований к ИОП – соответственно, как к части СО, как к виду ИП, как к аспекту АП, как к части ОС. В каждой из этих таблиц представлены следующие три категории требований:

1) требования к ИОП, прямо не связанные с ИКТ;

2) начальные требования к организационно-технологическим характеристикам ИОП, в первую очередь – к ИКТ-параметрам архитектурного уровня;

3) перспективные требования к организационно-технологическим характеристикам ИОП, в том числе, к ИКТ-параметрам архитектурного уровня.

В первую категорию включаются требования основной деятельности (бизнес-требования), в основном те, которые поддерживаются или в принципе могут быть поддержаны ИКТ-средствами и системами. Во вторую и третью категории включаются соответствующие требования именно к этим ИКТ-средствам и системам. При этом реализация требований уже второй категории должна обеспечивать создание практически полезного и целостного, хотя и ограниченного по возможностям ИОП, а реализация третьей категории требований обеспечивает перспективы его развития.

Первая категория требований, представленная как «Требования к

ИОП, прямо не связанные с ИКТ», формулируется более полно. Считается, что требования к ИКТ являются производными от требований первой категории, поэтому формулируются в краткой и обобщенной форме. При определении этих производных требований используется принцип множественности решений. Он подразумевает недопустимость включения требований, в которых заранее фиксируется та или иная конкретная архитектура комплексного решения, тем более – то или иное конкретное технологическое решение. Это лишало бы возможности выбирать из множества альтернатив и в ситуации каждого конкретного ОУ или ОС создавать наиболее подходящие архитектуры и ИКТ-решения для удовлетворения потребностей основной деятельности этого ОУ и функционирования этой ОС.

Далее изложение проведено для каждой группы требований отдельно. Обсуждение требований каждой группы приводится в форме комментариев к соответствующей таблице и отражает вопросы применения требований (например, границ применения требования определенного типа или способов

конкретизации и реализации обобщенных требований). Более подробно комментируются обобщенные требования первой группы, поскольку формируются, конкретизируются и применяются по аналогичным правилам.

### 3. Требования к ИОП как части Среды обитания

В [1] были выделены важные для наших целей свойства понятия «среда обитания» (СО), индуцирующие следующие фундаментальные свойства ИОП и ОС:

- конечность, то есть наличие границ того или иного рода,
- наличие центрального субъекта,
- интегральность, то есть объединение сред нескольких типов, возможность включения субъектов новых типов, а также объектов новой природы,
- масштабируемость,
- изменяемость под воздействием разных факторов, в том числе, под целенаправленным воздействием разных субъектов СО, возможность включения субъектов новых типов, а также объектов новой природы,

Таблица 1

**Требования к базовым характеристикам ИОП как части Среды обитания и Информационной среды обитания центрального субъекта образовательной среды (ОС)**

Требования к ИОП, прямо не связанные с ИКТ	Начальные организационно-технологические требования к ИОП	Перспективные организационно-технологические требования к ИОП
Определение центрального субъекта ИОП (коллективного или индивидуального).	Управление доступом индивидов в составе его коллективного субъекта.	Роботы и программные агенты в составе центрального субъекта.
Определение тематических и культурологических границ ИОП.	Планирование вариантов лингвистического обеспечения.	Отражение организационной культуры, включая мультикультурность.
Масштабирование по центральному субъекту (индивид, сообщество, человек обобщенно).	Открытая архитектура. Технологическое масштабирование. Индивидуализация.	Гармонизация информации ИОП и онтологий разных представлений индивидов, групп и сообществ из состава его коллективного субъекта.
Масштабирование по охвату тематики.	Интеграция данных разных тематических областей и источников.	Семантическая интеграция разнородных информационных объектов.
Возможность динамических изменений ИОП действиями внутренних и внешних агентов.	Динамическое расширение состава источников данных в ИОП.	Динамическая семантическая интеграция разнородных информационных объектов.

- включение ОС и ИОП в состав СО.

При переходе от этих свойств к обобщенным требованиям, выполненному в соответствии с разделом 2 данной статьи, определены базовые типы требований к ИОП, указанные в Таблице 1.

### Обсуждение и комментарии

Подчеркнем, что указанные в таблице типы требований рекомендуется рассматривать как требования к любому варианту ИОП в тех естественных случаях, когда ИОП является частью среды обитания обучающихся. Важно, что эти типы требований не зависят от частных особенностей того или иного ОУ.

Определение центрального субъекта важно для идентификации ИОП, а также для определения всех остальных обобщенных требований этой группы. Сообщество как центральный субъект может, например, включать студентов и сотрудников одного факультета, всего ОУ или сети ОУ. Центральным субъектом может быть и единственный индивид, в этом случае говорится об индивидуальном информационно-образовательном пространстве. Этот вариант важен, несмотря на то, что в наиболее распространенных случаях центральный субъект представлен совокупностью сообществ индивидов. Более того, наиболее типичным вариантом возможно будет сочетание четко выраженного индивидуализированного ИОП конкретного обучающегося с более широким ИОП временных или относительно постоянных сообществ. Вторая и третья категория этого обобщенного требования показывают, что конкретное значение требования важно как для традиционного управления доступом к ИОП, так и для работы с особыми сообществами. В частности, можно, например, рекомендовать, начиная с определенной очереди ИОП включать в состав его центрального субъекта сообщества роботов новых поколений, обеспеченных соответствующими способностями к обучению.

Определение границ ИОП может быть необходимым для контроля подключения к ИОП индивидов

именно сообществ центрального субъекта, а также для прагматически важной фиксации конечного набора функций, интерфейсов и работ, связанных с ИОП.

Традиционно трактуемые индивиды и информационные объекты в составе ИОП как части СО могут появляться в составе этого множества или выходить из него по обычным объективным причинам. Таким образом, не их конкретный набор определяет границы ИОП, характер и само наличие этих границ в настоящее время переосмысляются в связи с продолжающимся развитием феномена Интернета.

Обсуждение этой коллизии продолжается далее при рассмотрении требований, проистекающих от исходного понятия «информационное пространство», здесь же мы лишь фиксируем естественность наличия границ ИОП, связанных с наличием границ сред обитания людей по определению таких СО.

Требование масштабирования при формировании ИОП является необходимым системным требованием, но может конкретизироваться по-разному. Классическое требование масштабирования состоит в требовании работоспособности при охвате ИОП большего числа индивидов и / или включении большего числа информационных объектов. Другие типы масштабирования состоят в требовании работоспособности при интеграции в ИИОП новых ИОП, отличающихся некоторыми свойствами своих индивидов, например, с новыми языками общения и даже с новыми изучаемыми дисциплинами. Такое масштабирование может обеспечиваться только дополнительными настройками ИИОП, например, в составе его нормативно-методической информации, и не требовать специальных переделок. В этом случае речь может идти и о специальных подклассах индивидов и сообществ, новых по семантике классов информационно-образовательных объектов, и т.д., однако нагрузка на семантическую интеграцию принципиально новых классов информационно-образовательных объектов ложится в этом случае на индивидов, входящих в центральный субъект ИИОП.

Масштабирование по охвату тематики можно считать требованием, переходным к требованию развития ИОП. В частности, в настоящее время первая очередь ИОП скорее всего может планироваться с масштабированием второй категории требования по охвату тематики. А семантическая интеграция разнородных информационных объектов может требовать выполнения содержательных аналитических и иных работ по развитию ИОП как системы.

Родственным, но иным по природе является требование возможности динамических изменений ИОП. Это требование, которое в терминах классических информационных систем называется возможностью модернизации / развития, может, например, состоять в требованиях расширения ИОП на принципиально новые каналы и способы получения и/или доставки образовательной информации, поддержка принципиально новых комплексных педагогических подходов, и т.д.

Вместе с тем, предполагается, что в ближайшие годы развитие методов семантической интеграции данных и управления знаниями может позволить всё более динамично подключать в ИОП новую по семантике информацию, а также доставлять обучающимся новые типы актуальных для них знаний без выполнения специальных работ по развитию. Основой для такой динамической семантической интеграции и динамического обеспечения актуальными знаниями может стать использование новых формализованных представлений онтологий и средств их интерпретации, стандартизованных в степени, позволяющей включать в ИОП эти режимы динамического расширения на новые смысловые области.

Переход от изложенных в Таблице 1 обобщенных требований к требованиям, ориентированным на создание типового (тиражируемого) инструмента создания ИОП, или на требования к ИОП конкретного ОУ выполняется достаточно традиционным способом. Например, при определении требований первой категории («прямо не связанные с ИКТ»):

- для требования определения центрального субъекта ИОП определяются сообщества и группы обучающихся с их специфическими особенностями (и сами эти особенности – возрастные, профессиональные, иные), другие сообщества и группы субъектов ИОП (преподаватели-методисты, преподаватели-инструкторы, исследователи, менеджеры, технические администраторы, иные) со специфическими потребностями сообществ и групп;

- для требования масштабирования по центральному субъекту определяются, например, требования по охвату новых сообществ обучающихся с допустимыми их новыми особенностями и потребностями, то есть, с конкретным указанием предусмотренных пределов масштабирования;

и т.д.

Аналогичным образом определяются конкретные требования к организационно-технологическим параметрам, в частности – требования к ИКТ. В этих требованиях целесообразно указывать как предусмотренные значения проверяемых возможностей, так и их границы, то есть те требования, которые без модернизации / развития ИОП как системы выполнять не предполагается.

При таком подходе любой задуманный или начинаемый проект ИОП можно будет сравнить по возможностям с другими аналогичными проектами – выполненными или идущими. Можно будет либо опираться на явно описанные требования к масштабированию и проверять их при приемке / использовании ИОП, либо знать, например, что распространение создаваемого ИОП на новые группы и сообщества невозможно, а следовательно, это ИОП является в определенном смысле закрытым и до какой степени закрытым.

#### 4. Требования к ИОП как к разновидности Информационного пространства

Рассмотренные в этом разделе требования отражены на рис. 1 в виде архитектурной схемы обобщенного ИОП.

В традиционных понятиях проектирования интегрированных баз данных (БД) «Комплексное интегрированное ИОП ОС» может рассматриваться как интеграция данных из необходимых источников как из своего рода разнородных БД посредством виртуальной интеграции. Особенностью, усложняющей ситуацию, является то, что интеграции подлежат, в общем случае, и тематические БД и другие ИП как пространства разных типов – от индивидуальных до глобального, с ориентацией на образовательное использование и без таковой, с разными тематическими границами, со своей динамикой развития, часто с заранее неизвестными схемами и политиками управления.

На рис. 1 эллипсы показывают условные границы отдельных ИП, однородная заливка ИП выделяет пространство, ориентированное на тот же тип применения, что и целевое ИИОП (применение в образовательных целях), решетчатая заливка выделяет ИП, являющиеся тематически независимыми от целевого ИП, стрелки – направления «информационного вклада» одних ИП в другие, из них пунктирные стрелки – предполагаемую необязательность такого вклада. Интегрируемые БД (или хранилища) специально не выделены и формально могут считаться частными представителями ИП соответствующих типов или просто их частями.

В [1] было показано, что в свойства ИП, индуцирующие фундаментальные свойства ИОП, входит следующее:

- наличие или отсутствие центрального субъекта;
- конечность или практическое отсутствие границ;
- свойство поддержания отношений порядка;
- информационная масштабируемость;
- интегральность (объединение информационных сфер нескольких типов);
- изменяемость под воздействием разных факторов;
- связь ИОП с ИП как с родовым понятием.

В целом, на основе исходных понятий и связей, указанных в [1] на диаграммах исходных онтологий, а также на основе структурных характеристик архитектурной модели ИОП на рис. 1 сформулированы базовые типы требований к ИОП (см. Таблицу 2) как к разновидности Информационного пространства.

Многие свойства ИОП, наследуемые от ИП, выглядят родственными тем, которые наследованы от СО и были указаны выше в разделе 3. Это во многом справедливо и естественно, так как ИП семантически близко понятию «информационная среда обитания». Не повторяя анализ понятий, описанный в [1], отметим здесь, что трактовки свойств ИОП, наследованных от

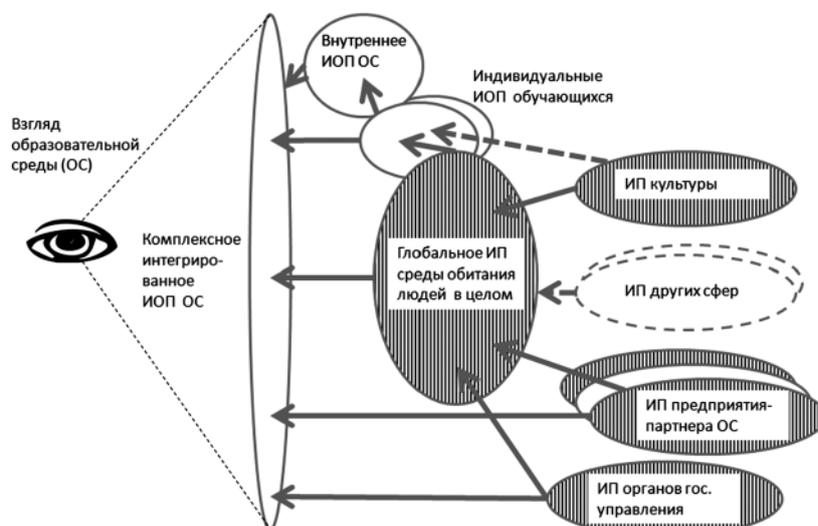


Рис. 1. Архитектурная схема обобщенного интегрированного ИОП

Требования к базовым характеристикам ИОП как к разновидности Информационного пространства

Требования к ИОП, прямо не связанные с ИКТ	Начальные организационно-технологические требования к ИОП	Перспективные организационно-технологические требования к ИОП
Для некоторых ИОП – отсутствие выделенного центрального субъекта.	Открытость архитектуры. Для многих ИОП – изначальное требование возможности глобального масштабирования в смысле глобального доступа в Интернет.	Предоставление максимально широкого выбора языка общения и других вариантов интерфейса субъекту-пользователю.
Множественность групп акторов-пользователей с разными свойствами (способами восприятия информации, местами пребывания, и др.).	Разные эргономические требования и требования удобства использования (юзабилити) для разных групп акторов.	Индивидуализация интерфейсов пользователей и их программных агентов. Сервисы, ориентированные на семантику услуги.
Систематическое введение порядка в разных измерениях ИОП.	Управление степенью совпадения информационных запросов и найденных ответов. Другие требования (сильно зависит от тематической области).	Определение степени семантической близости объектов и расстояния между информационными объектами разных типов.
Взаимодействие ИОП с социальным информационным пространством (социально-психологическим, социально-экономическим).	Соответствие законодательству. Информационная безопасность. Определенность экономической модели.	Поддержка обратных связей с пользователями ИОП. Анализ и учет обратных связей.
Возможность объединения разных информационных сфер или «локальных» ИП, включаемых в ИОП.	Открытость архитектуры. Инфраструктурные свойства ИОП. Интеграция данных.	Интеграция разных концептуальных схем в общую схему. Семантическая интеграция неоднородных информационных сфер и объектов.

ИП и от СО, а также соответствующих требований к ИОП частично перекрываясь не совпадают, а дополняют друг друга по области значений. Так, в Таблице 2 требования всех трех категорий больше сдвинуты в область информационных и функциональных требований к ИОП.

### Обсуждение и комментарии

Многие положения пункта «Обсуждение и комментарии» предыдущего раздела справедливы и для требований этого раздела. Это касается отношения к разным ИОП, к аспектам масштабирования, к другим аспектам и далее не рассматривается. Однако вопрос наличия или отсутствия границ ИОП целесообразно прокомментировать дополнительно.

Границы ИОП приходится трактовать с учетом того, что

- принято рассматривать так называемое глобальное полное информационное пространство;
- в формировании ОС и ИОП все в большей степени используется доступ практически ко всем легальным ресурсам Интернета с целью их анализа на возможность использования в качестве электронного образовательного ресурса (ЭОР).

При этом границы ИОП трактуются в контексте распространения Интернета не только в смысле географической глобализации и социального проникновения. Не только традиционный глобальный Web, Web 2.0 и т.д., но и расширяющееся соединение его с «Интернетом вещей» подталкивают к тому, что-

бы всё более серьезно говорить о глобальном информационном пространстве без границ. Мы формируем обобщенные требования именно к образовательному ИП, но и оно на практике так или иначе получает выходы в глобальный Интернет и срачивается, таким образом, с глобальным полным ИП. Этому, в частности, соответствует и схема на рис. 1. Отношение к ИОП как к обязательно ограниченному пространству или же, возможно, как к пространству без границ еще будет уточняться в ближайшие годы и десятилетия. Пока же, в данной работе в качестве рабочей позиции фиксируется отношение к ИОП как к практически ограниченному в каждом конкретном случае пространству. Вместе с тем, на уровне одной из абстрактных перспектив остается и вариант рассмотрения всего полного глобального ИП, ограниченного лишь подключенными в каждый момент времени датчиками и иными периферийными устройствами разных типов. В этом случае ИОП не обязательно теряет свою образовательную специфику, так как любые данные могут анализироваться в ИОП, и, проходя по каналам ИОП, могут, например, преобразовываться к виду, наиболее пригодному в образовательных целях.

Как и в предыдущей таблице 1, в таблице 2 рассматриваются обобщенные требования к любому варианту ИОП в тех естественных случаях, когда оно обеспечивает доступ к информации других пространств, ОУ и сред обитания, а также позволяет решать сложные задачи поиска необходимой образовательной информации и ее предоставления в адекватной форме.

Свойства ИОП, обеспечиваемые этими требованиями, в общем случае позволяют:

- проектировать ИИОП открытых образовательных сред, в том числе таких, пользоваться которыми может любой индивид без регистрации или иного формального закрепления себя в этой ОС;
- конструировать подпространства ИИОП и их модели, позволяющие решать многие практически важные задачи, опираю-

Таблица 3

## Требования к базовым характеристикам ИОП со стороны Архитектуры предприятия, ее частных методов и моделей

Требования к ИОП, прямо не связанные с ИКТ	Начальные организационно-технологические требования к ИОП	Перспективные организационно-технологические требования к ИОП
Фиксация и поддержка назначения (миссии), целей и показателей деятельности.	Поддержка модели целей (например, <i>LLS [3]</i> ) и модели эффективности самого ИОП и ОС как предприятия.	Поддержка управления портфелем проектов развития ИП и ОС в идеологии (зависит от специфики ОС)
Поддержка культуры ОС как предприятия.	Поддержка информации о нормах, традициях, истории предприятия.	ИОП как инфраструктура выполнения сквозных бизнес-процессов ОС, охватывающих разные организации.
Поддержка оказания бизнес-услуг и выполнения бизнес-процессов	Сервисы как системные единицы, связанные с бизнес-услугами и бизнес-процессами.	Сервисы разных организаций и индивидов, входящих в ОС как в распределенное расширенное предприятие и как в деловую экосистему.
(см. также ниже требование «Поддержка участников деятельности ОС с разными ролями ...»).	Поддержка ролевой модели акторов ОС разных категорий.	Поддержка ролевой модели различных агентов, функционирующих в ОС.
Поддержка виртуального предприятия (включая поддержку всех видов работы субъектов ОС в виртуальных средах).	Возможность доступа всех категорий внутренних субъектов ОС к информации ИОП в дистанционном режиме. (см. также ниже требование «Мобильные работники ...»)	Распределенность и мобильность всех типов действующих агентов ОС. Облачные и иные модели виртуализации.
Поддержка сетевой ОС как распределенного расширенного предприятия и деловой экологической среды.	Управление доступом к информационным ресурсам ИОП всех участников расширенного предприятия и деловой экологической среды.	Поддержка всех видов индивидуальной и совместной работы субъектов / иных агентов ОС в виртуальных, в том числе, облачных средах.
Моделирование и поддержание моделей архитектуры ИОП и ОС в течение всей истории жизни ОС.	Репозиторий архитектурных моделей ИОП как часть внутреннего ИОП данной ОС.	Динамическая семантическая интеграция информационных ресурсов в процессе динамического изменения состава расширенного предприятия и деловой экологической среды.
Поддержка обобщенных и референсных информационных моделей и шаблонов для ОС.	Поддержание в ИОП типовых и стандартных глоссариев и моделей (в том числе, отраслевых) для описания образовательных услуг, информационных и методических продуктов, субъектов, ролей, процессов и технологий ОС.	Развитие ИОП, основанное на изменениях архитектурных моделей ОС и ИОП.
Современная поддержка изменений бизнес-архитектуры.	Поддержка интерфейсов бизнес-услуг ОС, стандартизованных минимум в пределах ОС. Гибкие системные сервисы реорганизации данных. Сервисная ИКТ-архитектура.	Разработка и стандартизация онтологий, общих для всех участников ОС как расширенного предприятия и деловой экологической среды.
Поддержка участников деятельности ОС с разными ролями, компетенциями и мотивацией как пользователей ИОП (в том числе, на основе новой парадигмы инжиниринга предприятий).	Поддержка ролевой модели сотрудников и других действующих субъектов ОС (например, на основе стандарта ГОСТ Р 53723—2009). Поддержка оценок и развития квалификаций сотрудников на основе модели компетенций, включая процедуры их числовой оценки и сравнения.	Поддержка мультиагентной ролевой модели агентов-людей и агентов – интеллектуальных машин как субъектов ОС (в том числе, на основе новой парадигмы инжиниринга предприятий).
Индивидуализация продукта / услуги ОС (в новой парадигме инжиниринга предприятий).	Поддержка индивидуальных образовательных целей и траекторий для индивидов центрального субъекта ОС.	Самостоятельное формирование индивидуумами центрального субъекта ОС индивидуальных образовательных целей и траекторий.
Мобильные работники, обеспечиваемые всей необходимой информацией и аналитикой.	Качественный удаленный доступ действующих субъектов к базам данных и знаний, к аналитическим и административным сервисам.	Доступ к базам данных и знаний, к аналитическим и административным сервисам из любого места с различных мобильных устройств.
Недетерминированные рабочие процессы и другие элементы слабовязанной бизнес-архитектуры, обеспечивающей перекомпоновку по потребности.	Поддержка в ИОП реализации сервисной архитектуры в области бизнес архитектуры ОС. Поддержка применения АСМ и BPM в стиле agile.	Поддержка работы по целям и ограничениям. Социализация и геймификация рабочей среды и образовательных процессов ОС.
Своевременное предоставление знаний, необходимых для успешного решения деловых задач. (Примечание: здесь «деловые задачи» относятся к задачам основной и вспомогательной деятельности ОС, включая учебные профессиональные задачи для практического решения.)	«Ручное» накопление в ИОП знаний, ориентированных на решение конкретных и актуальных деловых и образовательных задач.	Автоматическое накопление в ИОП знаний, ориентированных на решение конкретных задач. Генерация актуальных «активных» знаний как знаний для решения конкретных задач «на рабочем месте».
Роботизация (в том числе, в новой парадигме инжиниринга предприятий).	Поддержка в ИОП моделей для применения промышленных и сервисных роботов (в зависимости от предметных областей ОС).	Поддержка применения роботов и интеллектуальных программных агентов в ролях исполнителей функций интеллектуального труда (в новой парадигме инжиниринга предприятий).

щиеся на свойства ИП как строгого понятия, в частности, на результаты сравнения разных объектов или их параметров.

В число типов задач, которые должно и может поддерживать строго определенное ИОП, входят фиксация целей образования, определение индивидуальных образовательных траекторий, определение и использование очередности изучения академических дисциплин и отдельных образовательных модулей, сравнение компетенций и планирование последовательного движения от начальных уровней компетенции к более высоким. Конкретные требования такого типа определяются действиями по конкретизации обобщенных требований в форме требований к той информации и к тем функциям, которые должно поддерживать ИОП конкретной ОС для решения указанных выше типов задач и в которые могут, в частности, входить ([2, 3]):

- фиксация в измеримом виде и упорядочение возможных квалификационных объемов образования и уровней сложности получаемых профессиональных компетенций;
- фиксация в измеримом виде и упорядочение целей образования (в том числе, в моделях непрерывного образования);
- сравнение компетенций и планирование последовательного движения от начальных уровней компетенции к более высоким;
- определение индивидуальных образовательных траекторий;
- определение, использование, контроль и самоконтроль очередности изучения академических дисциплин, освоения отдельных образовательных модулей, а также отдельных тем и учебных заданий.

Переход от изложенных в Таблице 2 обобщенных требований к требованиям, ориентированным на создание тиражируемого инструмента создания ИОП, или на требования к ИОП конкретного ОУ выполняется также достаточно традиционным способом, как и описанный выше переход для требований Таблицы 1. Это справедливо и для требований, изложенных далее в Таблицах 3 и 4. По этой причине

переход к конкретным значениям требований далее не комментируется.

## 5. Требования к ИОП как к аспекту обобщенного Предприятия

Поскольку практически каждая активная образовательная среда (ОС) выступает в роли предприятия, свойства обобщенного предприятия и свойства АП задают весьма существенную по значению и большую группу фундаментальных свойств и обобщенных базовых требований к ИОП.

При этом учитываются следующие характеристики предприятий и дисциплины АП:

- существующие и перспективные типы и архитектуры предприятий, например, виртуальные и расширенные предприятия, экологические бизнес-системы с разнородным составом бизнес-субъектов и разнородной деловой информацией;
- принципы движения от онтологических моделей предметной области предприятия к тезаурусам деловых терминов, от них – к концептуальным и логическим моделям, к специфике групп индивидов, к интерфейсам пользователей и сервисам;
- внимание, уделяемое таким частям предприятия, как люди и культура, включая такие свойства людей, как их профессиональные компетенции, мотивация, способы восприятия информации, и др.;
- принципы организации и модели архитектуры информации, а также методы их применения в комплексном проектировании системной и технологической архитектуры предприятия;
- включение в архитектуру информации объектов и баз знаний, опирающихся на онтологические модели предприятия;
- модель результативности и эффективности предприятия в составе моделей бизнес-архитектуры, играющая движущую и контролирующую роль как при проектировании всей архитектуры, так и в процессах функционирования предприятия.

В соответствии с итерационным способом определения требований к ИОП, наследуемых от АП обобщенного предприятия, не предполагается полностью абстрагироваться от ОС, которой служит ИОП. Однако целесообразно ограничиваться самым общим её представлением, а именно тем, что обучающиеся используют ОС для целей образования, что ОС передает им компетенции совокупностью разных методов, включая передачу и обсуждение информации, а также передачу знаний и умений, в том числе, в ходе практических занятий. Учитываются также положения новой парадигмы инжиниринга и архитектуры предприятия [4, 5], часть перспективных требований к ИОП, вытекающих из новой парадигмы инжиниринга предприятия, включена в Таблицу 3 с соответствующими пометками.

## Обсуждение и комментарии

Как и в предыдущих разделах, указанные в таблице типы требований рассматриваются как обобщенные требования к любому варианту ИОП в тех естественных случаях, когда ИОП может / должно обеспечивать работу ОС как современного предприятия. Развитость структуры современного предприятия, динамичность его самотрансформации даже в классической парадигме инжиниринга предприятия порождают требования доступа к информации других пространств, предприятий и сред обитания, к поддержке генерации знаний для решения сложных деловых задач.

При проработке требований к ИОП применены обобщенные метамоделю архитектуры предприятия и правила их применения методом конкретизации. В их число включены:

- четырехуровневая модель развивающейся экологической среды обучающегося (используемая здесь как метамоделю внутренней и внешней среды предприятия для ОС и ИОП) – модель У. Бронфенбреннера [6];
- метамоделю целей и траекторий образовательной деятельности – модель пространства непрерывного образования LLLS [2, 3];

- метамоделли результативности и эффективности предприятия (в первую очередь, метамоделли, основанные на анализе цепочек добавленной ценности, но также модели экономической эффективности, например, указанная в [2] модель анализа возврата инвестиций для вариантов традиционного и электронного образования);

- метамоделли бизнес-функций и бизнес-процессов предприятия (начиная с адаптации модели М. Портера для цепочки добавленной ценности [2]);

- метамоделли знаний предприятия. В части знаний, необходимых в целях образования – представление объектов знаний с учетом требований нормализованной метамоделли компетенций [3];

- метамоделли нормативных требований к результатам деятельности. В части соответствия «Профессиональным стандартам квалификаций» – нормализованная метамоделли компетенций [3];

- обобщенные модели информационных объектов, представляющих бизнес-объекты предприятия (в том числе, классические концептуальные модели и онтологические модели для анализа семантики данных, используемых в обучении).

Отметим, что, к сожалению, применение «экологической» модели ОС [6] или схожей по охвату модели в практической деятельности построения ИОП рассматривается далеко не всегда или даже редко. Вместе с тем, существенно, что четырехуровневая модель [6] весьма близка к отражению Среды обитания обучающегося. Кроме того, она задает те свойства, которые предельно актуальны для сегодняшних ОС и ИОП. К ним, в частности, относятся масштабируемый до глобального характер ОС, ее неоднородность, явное указание на связи между локальными системами, а также наличие центрального субъекта ОС. По этим причинам целесообразно систематически опираться на модель [6] как на один из фундаментальных источников базовых требований к ИОП.

Приведенный выше список важных положений АП не исчерпывающий, так как требуется учитывать

также положения упомянутой выше новой парадигмы инжиниринга и архитектуры предприятия [4, 5]. В таблице 3 приведены обобщенные требования к ИОП, основанные также на этих и ряде других правил и моделей.

При этом ряд других требований категории «Требования к ИОП, прямо не связанные с ИКТ», которые могли бы быть наследованы со стороны АП, уже были определены и изложены ранее в данной публикации и здесь не повторяются. К ним относится, в частности, требование масштабирования – по центральному субъекту и по тематике.

Важно отметить, что реализация требований Таблицы 3, рассматриваемых в качестве базовых, предотвращает многие ограничения, часто без всякого особого умысла закладываемые в архитектуру ИОП, например,

- ограниченность ИОП только «внутренним» ИП одной ОУ;

- применение классических «диалоговых инструкций и презентаций» и телеконференций только как элементов «электронного обучения» и электронных УМК (в том время, когда они необходимы практически во всех бизнес-процессах ОУ и ОС, например, в работе исследователей, при планировании различных изменений и др.);

- формирование состава и форм представления метаинформации ИП, не рассчитанных на поддержку сквозных бизнес-процессов, которые включали бы как ОУ, так и его еще неизвестных партнеров,

- поддержка столь примитивных моделей (описаний) компетенций (целевых, абитуриентов, обучающихся), которые не позволяют вычислять их числовые оценки, контролировать динамику приближения к целям обучения, строить индивидуальные траектории образования, и др.,

- отсутствие совместимых моделей (описаний) компетенций и профилей компетенций преподавателей, учебных курсов, целевых рабочих процессов и профессиональных стандартов квалификаций, соответствовать которым обучающийся должен быть готов,

- поддержка семантического поиска релевантных информационных объектов только в рамках, укладывающихся в каталожные описи объектов, описания-карточки, наборы ключевых слов, теги и т.п., тогда как для информационного обеспечения образовательного процесса, как и для перспективного обеспечения почти любого рабочего места, требуется предоставлять не списки слабо релевантных страниц и даже не десятки объектов-кандидатов, а ровно те сведения, которые нужны для решения конкретной задачи – будь то образовательной или решаемой в реальной работе.

Прокомментируем последние два недостатка.

Варианты формирования и необходимость использования моделей профессиональных компетенций достаточно строгой структуры всесторонне разобраны в [7, 2, 3]. Неоднократно показано, как такие модели позволяют решать практические задачи как управления образовательным процессом [8,5], так и управления кадровым обеспечением рабочих процессов [4]. Тем не менее, включение в ИОП подобных строгих описаний компетенций в практике используется в отечественной практике крайне редко. Однако для решения об их включении в ИОП не требуется детальное знание специфики конкретного ОУ, достаточно понимания того, что целенаправленность деятельности ОУ и той ОС, которую оно формирует, присутствует.

Аналогична, но более масштабна проблема со способами представления ЭОР в ИОП. Сегодня совершенно недостаточно формировать ЭОР в виде «электронного учебника», даже если это будет диалоговый и мультимодальный электронный ресурс. Требуется освоение актуальных информационных ресурсов, входящих во всё множество профессиональной информации, накопленной людьми. Информация эта неоднородна, стоит выделять в ней минимум три категории объектов:

- зрелая информация, достойная передачи следующим поколениям специалистов, содержащаяся,

## Требования к базовым характеристикам ИОП со стороны Образовательной среды и его моделей

Требования к ИОП, прямо не связанные с ИКТ	Начальные требования к организационно-технологическим характеристикам ИОП	Перспективные требования с организационно-технологическим характеристикам ИОП
Поддержка обучающегося или их сообщества как центрального субъекта ОС	Поддержка персональной информации обучающегося (его профиля), связанной со всеми аспектами его взаимодействия с ОС. Поддержка связей между обучающимися и между обучающимися и его преподавателями.	Поддержка связей между обучающимися и преподавателями после формального достижения целей обучающегося и ОС (например, после выпуска из ОУ).
Поддержка целей обучающихся и ОС.	Поддержка описаний (моделей) профилей текущих и целевых компетенций обучающихся ( <i>аналогично моделям образовательного пространства LLLS и метамоделю компетенций [3]</i> ). Описание траектории движения обучающегося в личном образовательном пространстве, охватывающие несколько будущих целевых состояний.	Систематическое введение порядка в разных измерениях ИОП как образовательного пространства ( <i>аналогично LLLS [3]</i> ). Сравнение позиций и измерение расстояний между позициями образовательного пространства. Описание и прогнозирование траектории движения обучающегося в образовательном пространстве в его динамике.
Поддержка потребностей внешних субъектов ОС и среды обитания в целом.	Поддержка описаний компетенций, требуемых средой обитания (в профилях компетенций специальностей, рабочих ролей, по требованиям безопасности, и др.).	Расширение описаний компетенций, требуемых средой обитания, на разные домены умений (например, психомоторный домен, другие способности).
Поддержка подбора и профессионального развития преподавателей.	Поддержка описаний текущих и целевых компетенций преподавателей в их профилях. Описание траекторий профессионального развития преподавателей.	Анализ и планирование траекторий профессионального развития преподавателей.
Поддержка образовательных ресурсов и объектов разных типов в формах их информационных представлений.	Определение электронных образовательных ресурсов (ЭОР) разных типов (по назначению – дидактических, административных, по связи со средой обитания, иных), в том числе, по ГОСТ Р 53620-2009.	Мультимодальное представление, хранение и отображение ЭОР (включая занятия с преподавателем, анимированные 4D-инструкции, примеры природной среды, объекты культурного наследия, и др.).
Поддержка образовательных ресурсов и объектов для разных типов передаваемого знания.	ЭОР для передачи знаний разных типов (фактологических, процедурных, концептуальных, когнитивных).	Отбор и представление ЭОР в форме актуальных «активных» знаний для решения конкретных задач предметной области.
Поддержка в ИОП информации изучаемой предметной области для ее освоения обучающимися.	Специализированные предметные ЭОР – глоссарии, онтологии, объекты метазнаний и знаний разных предметных областей (специальностей, областей знания, и др.), изучаемых в ОС.	Семантическая интеграция ЭОР для разных предметных областей и источников (конкретизация семантической интеграции, требуемой со стороны масштабируемой СО).
Поддержка дистанционного образования	Инфраструктура удаленного доступа к ЭОР	Поддержка новых модальностей ЭОР в дистанционном и смешанном режимах (новые 3D и 4D-медиа, и т.п.).
Поддержка разнотипных акторов как субъектов ОС	Поддержка в рамках действующих субъектов по стандарту ГОСТ Р 53723—2009.	Поддержка в рамках применения к ОС новой парадигмы инжиниринга предприятий (также см. далее).
Поддержка связей и взаимодействий между информационным и социальным, социально-экономическим пространствами ОС.	Поддержка во внутреннем ИОП ОС законодательства об образовании, социальной сети обучающихся, временных организационных структур (для поддержки обучения и для иных целей), других представлений социального и социально-экономического пространств ОС.	Интеграция в ИОП представлений смежных социально-экономических сред и ИП (профильных новостей, информации об экономических возможностях поддержки обучения, информации о рабочих местах и вакансиях, больших данных, связанных с предметными областями ОС, и др.).
Поддержка связи с ИП всех уровней и с ИОП других ОС (аналогично современным расширениям модели [6] Бронфенбренера).	Интеграция доступа к разным ИП и ИОП механизмами конкретного ИОП и в выбранной субъектом ОС форме одного ИОП (конкретизация для ИОП открытости архитектуры, предусматривающей также средства индивидуализации и информационной безопасности).	Интеграция неоднородных представлений ЭОР (конкретизация семантической интеграции ЭОР, требуемой со стороны масштабируемого ИОП).
Поддержка взаимодействия разных ОС (например, на уровне организационных структур и/или социальных сетей микро и экосистемы модели [6])	Аналогично предыдущему требованию – конкретизация открытости архитектуры ИОП.	Конкретизация семантической интеграции ЭОР, требуемой со стороны масштабируемого ИОП.

в том числе, в книгах и статьях, содержащих изложение научных, инженерных, деловых и других специальных методов, сформировавших ту или иную профессиональную дисциплину, а также «цифровые» отображения экземпляров профессионально важных материальных и информационных объектов (как искусственных, так и природных) профессиональной деятельности;

- информация о текущих профессиональных новостях и новинках, включая публикуемые научные и методические статьи, описания современных инженерных изделий, и т.д.;

- потоки текущей профессиональной информации, не представляющей существенного значения для данной образовательной и профессиональной деятельности, в том числе, относящиеся к категории «Большие / быстрые данные».

Даже при рассмотрении объектов первой категории мир сталкивается с огромными барьерами в ее использовании. Первый – барьер физической недоступности, он во многом преодолевается давно существующими технологиями оцифровки, каталожной (архивной, библиотечной, музейной) описи объектов и выкладывания описей и цифровых представлений объектов на общедоступные сайты. Однако он не снимает барьера количества объектов в Интернете, требующего неприемлемо больших затрат на поиск нужной в каждый момент информации. Применение описей с тегами, даже применение полнотекстового поиска не спасает положение. Эти барьеры оцениваются как типичные даже для давно упорядочиваемой и оцифровываемой информации, содержащейся в архивных документах [9]. Даже одни только вновь создаваемые в электронной форме документы с профессиональной информацией имеют такой объем, своевременно найти в котором нужную информацию является затруднительным, а часто невозможным даже для «продвинутых пользователей», умеющих использовать поисковые средства расширенного и углубленного поиска. Поэтому к перспективным

требованиям к ИОП следует относить глубокий семантический анализ информационных ресурсов и разработку новых механизмов преобразования потенциальных ЭОР в объекты актуального знания, необходимого и достаточного для решения разных типов задач, существующих в образовательном процессе.

Эти требования к анализу и поиску объектов актуального знания родственны задаче «Активные знания – на рабочее место», которая должна решаться не загодя, а отталкиваясь от возникающей потребности. В силу этого, данное перспективное требование к ИОП также относится к базовым и не зависящим или слабо зависящим от специфики ОС.

## 6. Требования к ИОП как к аспекту Образовательной среды

В таблице 4 приведена последняя из рассматриваемых в данной публикации группа обобщенных требований к ИОП – «Требования со стороны Образовательной среды». Также, как и для предыдущей группы, ряд требований, которые могли бы быть наследованы со стороны ОС, уже были определены и изложены ранее, особенно в Таблице 3, и здесь не повторяются.

### Обсуждение и комментарии

Как и в предыдущих разделах, указанные в Таблице 4 обобщенные требования рассматриваются как требования к любому варианту ИОП в случаях, когда ИОП может / должно обеспечивать работу ОС с учетом возможностей ее развития. Требования, родственные определенным выше в таблицах 1–3, рассматриваются как основа для их уточнения совместно с определенными выше требованиями при их конкретизации в рамках каждого проекта.

## 7. Заключение

Применение предложенного в [1] подхода позволило произвести синтез базовых обобщенных требований к информационно-образовательным пространствам (ИОП) на

основе определения источников их фундаментальных свойств. В качестве источников использованы высокоуровневые понятия специально разработанных онтологий контекста ИОП и категорий информационных пространств, независимые от специфики конкретного образовательного учреждения. Благодаря этому процесс определения базовых обобщенных требований к ИОП выведен за пределы частного образовательного учреждения или какой-то одной сетевой образовательной среды. Это позволяет рассчитывать на исключение неоправданных ограничений на свойства ИОП и, напротив, неоправданного преувеличения важности малой части необходимых свойств ИОП при ее создании и в дальнейшем, при развитии образовательной среды.

Определенные таким образом требования составляют хорошо определенную и достаточно сбалансированную систему требований, включающую:

- фундаментальные свойства ИОП как целевого понятия;

- итерационный процесс перехода от этих фундаментальных свойств к группам и категориям базовых обобщенных требований к ИОП;

- четыре группы обобщенных требований к ИОП, выделенные по исходным понятиям, определяющим генезис фундаментальных свойств ИОП;

- три конструктивно разделенных категории требований, ясно соотносимые с комплексной архитектурой ИОП в ее развитии;

- процесс конкретизации требований к ИОП в проектах создания и развития конкретных ИОП.

Система требований поддерживает архитектуру интеграции информации и знаний ИОП, взаимодействия субъектов образовательной и научной деятельности, в том числе, перспективные структуры и взаимодействия, в частности, использующие сервисные стили и многоагентные техники и технологии.

Предложенный подход обладает также тем отличием, что дает основу для систематического анализа и проектирования ИОП как столь

больших, комплексных, динамичных и открытых систем, что их свойства в значительной мере выводят их за рамки методов анализа и проектирования, исторически разработанных для систем меньшего масштаба, например, масштаба предприятий (организаций) или их объединений.

Приведенные в данной публикации базовые обобщенные требования к ИОП могут быть использованы с несколькими целями. В их число входят:

- управление программами и портфелями развития интегрированных ИОП и образовательных сред;

- определение значений требований к инструментам создания ИОП;

- определение значений требований к ИОП в конкретных проектах их создания;

- стандартизация типовых требований к ИОП разных образовательных сред и учреждений.

## Литература

1. Зиндер Е.З. Основания генезиса фундаментальных свойств и базовых требований к информационно-образовательным пространствам. // Открытое образование. – 2015. – №2 – С. 46–56.
2. Зиндер Е.З., Юнатов И.Г. Перспективные архитектуры комплексных образовательных сред // Современные информационные технологии и ИТ-образование: Доиздание избранных трудов V Межд. н.-практич. конф. 2010 г. – М., МГУ, 2011. – С. 25–72.
3. Zinder E., Yunatova I. Conceptual Framework, Models, and Methods of Knowledge Acquisition and Management for Competency Management in Various Areas. // Proc. KESW 2013, CCIS 394. – Berlin Heidelberg, Springer-Verlag. 2013. – P. 228–241.
4. Гузик С.В., Зиндер Е. З., Юнатов И. Г. Новая парадигма инжиниринга предприятия и управление соответствием между рабочими процессами и компетентностью их исполнителей // Сб. трудов XVI конф. «Инжиниринг предприятий и Управление Знаниями». – М., МЭСИ, 2013. – С. 90 – 100.
5. Зиндер Е.З. Новая парадигма инжиниринга предприятий и требования к новым ИТ-специальностям. // Современные информационные технологии и ИТ-образование: Сборник избранных трудов VIII Межд. н.-практич. конф. 2013 г. – М., МГУ, 2013. – С. 44–55.
6. Степанов С. Эколог детства // Школьный психолог. – 2005. – №22. URL: <http://psy.1september.ru/article.php?ID=200502202> (дата последнего обращения: 29.04.2015)
7. Paquette, G. An Ontology and a Software Framework for Competency Modeling and Management. // Educational Technology & Society, 2007. – 10 (3). – P. 1–21.
8. Зиндер Е.З., Тельнов Ю.Ф., Юнатов И.Г. Методика построения модели компетенций на основе профессиональных стандартов в области ИКТ для создания программ дополнительного профессионального образования. // «Вестник УМО», № 6(2), 2011 – С. 112–118.
9. Kristen Gwinn-Becker. Kill the Finding Aid! Give the Public the Ability to Really Search our History. Jul 30, 2014. URL: <http://blog.historyit.com/kill-finding-aid/> (дата последнего обращения: 29.04.2015)