

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ОТКРЫТЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СРЕД И СИСТЕМАТИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ГАРМОНИЗАЦИИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ И СПЕЦИФИКАЦИЙ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ СФЕРЫ ОБРАЗОВАНИЯ.

THE EXPERIENCE ON DEVELOPMENT OF OPEN INFORMATIONAL LEARNING ENVIROMENT AND SYSTEMATIZATION OF INFORMATION RESOURCES ON THE BASIS OF LOCALIZATION AND HARMONIZATION OF INTERNATIONAL STANDARTS AND SPECIFICATION IN E-LEARNING AND INFORMATION TECHNOLOGY SUPPORT OF THE EDUCATION

Башмаков Александр Игоревич / Bashmakov A.I.,

*Старший научный сотрудник ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика» / Scientist State Institute of Information Technologies and Telecommunication
ab30@rbctmail.ru*

Старых Владимир Александрович / Starykh V.A.,

*Заместитель директора ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика» / Deputy director State Institute of Information Technologies and Telecommunication
vstar@informika.ru*

Аннотация

Изложены ключевые положения методологии построения открытых информационно-образовательных сред, предусматривающей детализацию принципов открытых систем для прикладной области образовательных информационных технологий и построение ее концептуальной модели, служащей основой для формирования нормативно-технического обеспечения, согласованного с международными стандартами и спецификациями. Описаны разработанные методы и средства систематизации образовательных информационных ресурсов, а также контроля, оценивания и мониторинга их качества. Предложена схема национальной сетевой инфраструктуры систематизации и управления информационными ресурсами сферы образования, представлены результаты реализации ее отдельных компонентов.

Annotation

The article presents the key methodology to development of the open informational learning environment. This methodology details principles of open systems for the application area of e-learning information technologies and making of its conceptual model, which is a basis for forming of the normative-technical support consistent with international standards and specifications. The developed methods and tools for systematization of educational information resources are given as well as those of management, evaluation and monitoring of their quality. The framework of the national network infrastructure of systematization and management of information resources in the education is proposed, and the realization's results of various components of this infrastructure are presented.

Ключевые слова: информатизация образования, информационные ресурсы, метаданные, открытая информационно-образовательная среда, распределенный каталог, хранилище, сетевая инфраструктура, систематизация информационных ресурсов, стандарт, спецификация, технологический профиль, модель, отношения, сервис.

Keywords: informatization of education, the information resource, metadata, the open informational learning environment, the distributed catalog, repository, a network infrastructure, systematization of information resources, specification, standard

Характерной чертой комплексной информатизации сферы образования является переход от использования разрозненных средств информационных технологий (ИТ) к реализации таких средств как элементов интегрированной *информационно-образовательной среды (ИОС)*. Под ИОС понимается система инструментов и информационных ресурсов (ИР), обеспечивающих условия для реализации образовательной деятельности на основе информационных и телекоммуникационных технологий. Большое число видов ИОС разного масштаба и принадлежности, разнообразие реализуемых ими архитектур и технологий, а также необходимость интеграции в рамках ИОС множества средств ИТ выдвигают на первый план требования, связанные с обеспечением их взаимодействия. Возможности взаимодействия компонентов ИОС друг с другом и внешней средой в значительной степени определяют ее эффективность в целом.

Концептуальную основу для интеграции и организации взаимодействия средств ИТ формирует *свойство открытости*, предусматривающее реализацию ИОС и их компонентов как *открытых систем*. Открытость ИОС обеспечивается за счет воплощения в ней согласованных унифицированных технических решений, представленных в *нормативно-технических документах (НТД)* – открытых стандартах и спецификациях. Результаты анализа, отбора и гармонизации технических решений фиксируются в *технологическом профиле ИОС*. Построение таких профилей на базе международных стандартов и

спецификаций ведущих профессиональных консорциумов обеспечивает интеграцию российских ИОС в мировое информационно-образовательное пространство, создает условия для обмена ИР, что значительно расширяет их применимость. В свою очередь, определение в профилях уточнений базовых НТД позволяет отразить особенности российской системы образования и прикладной области.

Эффективное использование ИОС невозможно без наполнения ее актуальным и представительным содержанием. Особую роль играют цифровые ИР в технологиях электронного обучения и электронных библиотек.

Обеспеченность потребителей ИР определяется не только фактическим существованием ресурсов, но и наличием механизмов, позволяющих находить нужные ИР и получать доступ к ним. Подобные механизмы включают средства формирования и публикации метаданных ИР, каталогизации ИР, ведения хранилищ (репозиториев) метаданных и ИР, поиска ИР по метаданным, управления доступом к ИР и др. В свою очередь, создание перечисленных средств связано с решением общей проблемы *систематизации ИР для сферы образования*.

Еще одним важным фактором, от которого зависит практическая полезность ИОС как основы для реализации образовательных бизнес-процессов (БП), является *качество ИР*. Отсутствие оценок качества ИР, а также механизма контроля качества делает невозможной полномасштабную организацию электронного обучения в ИОС, даже несмотря на реализацию в ней открытых интерфейсов и наличие представительных коллекций учебно-методических ИР.

В статье представлен обзор результатов исследований и разработок, выполняемых в Государственном научно-исследовательском институте информационных технологий и телекоммуникаций (ГНИИ ИТТ "Информика") по трем упомянутым выше фундаментальным направлениям:

- методология построения профилей стандартов и спецификаций для российских ИОС, направленная на их интеграцию в мировое образовательное пространство, позволяющая учитывать особенности российской системы образования и прикладной области;
- модели, методы и средства систематизации ИР сферы образования и создание национальной инфраструктуры для систематизации и управления ИР;
- методы и средства контроля, оценки и мониторинга качества ИР сферы образования.

Подход к построению профилей стандартов и спецификаций открытых ИОС

Разработанная *методология создания открытых ИОС* детализирует принципы открытых систем по отношению к прикладной сфере, что выражается в построении *концептуальной модели предметной области образовательных ИТ*, представляющей состав, характер и взаимосвязи унифицируемых технических решений и служащей фундаментом для разработки профилей стандартов и спецификаций ИОС. Методология ориентирована на интеграцию функциональных сегментов ИОС, традиционно развивавшихся обособленно друг от друга. Такие сегменты представляют:

- технологии электронного обучения;
- средства ИТ-поддержки образовательных БП и системы управления;
- информационные хранилища и библиотечные системы (для традиционных и электронных библиотек).

Взаимосвязь БП, относящихся к данным сегментам, обуславливает необходимость определения интерфейсов, обеспечивающих взаимодействие поддерживающих их компонентов ИОС. Также должны быть специфицированы интерфейсы между компонентами ИОС, ассоциируемыми с одним и тем же сегментом предметной области.

Методология не привязана к конкретной архитектуре ИОС и учитывает современные технологические направления: распределенную реализацию ИОС, сервисно-ориентированную архитектуру, платформу XML, формирование модульных ИР на базе многократно используемых единиц контента, объектно-ориентированную парадигму и др.

Большая часть НТД, регламентирующих технологии ИОС, являются международными стандартами и спецификациями профессиональных консорциумов. Их непосредственное использование обеспечивает необходимую открытость ИОС, но не позволяет учесть особенности сферы образования России. Для отражения таких особенностей разработчиками будут применяться частные, не согласующиеся друг с другом решения, что существенно затруднит взаимодействие ИОС на национальном уровне.

Указанная проблема обуславливает необходимость разработки *профиля стандартов и спецификаций ИОС для уровня национальной системы образования*. Специфика российского образования, требующая учета в ИОС, является общей для их реализаций, из чего следует целесообразность унификации соответствующих уточнений и дополнений исходных НТД. Формирование и применение профиля привнесет недостающую согласованность. Построение профиля на базе международных стандартов и открытых спецификаций ведущих профессиональных консорциумов обеспечивает широкую совместимость регламентируемых им технических решений, а учет особенностей российского образования определяет согласованную точку зрения на их адаптацию и уточнение. Таким образом, профиль будет играть роль общей платформы или моста,

создающего условия для взаимодействия ИОС разного масштаба и принадлежности как на уровне национальной системы образования, так и в рамках глобального информационного образовательного пространства.

Из сказанного вытекает *многоуровневая схема отбора и гармонизации технических решений для ИОС*: базовые НТД (международные стандарты и спецификации, в том числе, функциональные профили) – профиль ИОС национального уровня – прикладные профили образовательного консорциума, учреждения и т.д. Профиль стандартов и спецификаций ИОС, ориентированный на уровень национальной системы образования России, служит фундаментом для формирования прикладных профилей конкретных ИОС и их компонентов. Представляемые в нем результаты отбора и систематизации НТД, а также рекомендации по их применению существенно облегчают задачу разработчиков ИОС по выбору и реализации НТД.

Традиционно профиль определяется в виде перечня базовых НТД, снабженного описаниями их уточнений и требований по соответствию. Однако для эффективного использования и дальнейшего развития рассматриваемого профиля такое представление является недостаточным и не дает в полной мере проявиться преимуществам, обусловленным его наличием.

Описываемый профиль включает НТД разного уровня как с точки зрения формального статуса (стандарт, спецификация, рекомендации), так и категории регламентируемых сущностей (организационная схема, методика, программная среда, приложение, программный компонент, формат данных и т.д.). Простой перечень НТД не отражает отношений между ними, их согласованность и возможности совместного применения, не показывает распределение НТД по сегментам предметной области, ее проблемные участки и перспективы развития профиля. Иными словами, представление профиля такого масштаба и сложности в виде простого перечня НТД ненаглядно и неудобно как для его практического использования, так и поэтапной детализации. Таким образом, помимо состава базовых НТД и уточнений для них необходимо проработать и *в явном виде описать структуру профиля*, т.е. совокупность отношений между его компонентами, отражающую указанные моменты. Структура характеризует профиль как единую систему, определяя место и роль каждого входящего в него НТД, показывая их взаимосвязи и недостающие элементы. Она должна представлять отношения между компонентами профиля на каждом его уровне и межуровневые связи.

Необходимо, чтобы описание структуры профиля позволяло демонстрировать то, как выделяются предметы унификации, рассматриваемые в НТД. Речь идет о *механизме идентификации критических интерфейсов*, обеспечивающих согласованность и интероперабельность компонентов ИОС, чтобы у их разработчиков не возникало

недоумения, откуда взялись те или иные НТД и чем продиктована их направленность. Последнее требование тесно связано с *предсказательной функцией* структуры профиля, подразумевающей возможность выявлять с помощью нее проблемные разделы и недостающие компоненты нормативно-технического обеспечения предметной области и строить планы его стратегического развития.

Способ описания структуры профиля должен быть формализованным, но в то же время простым, наглядным и доступным для широкого круга специалистов. Необходимо, чтобы средства спецификации структуры были общими для всех уровней профиля, т.е. отношения на разных уровнях и межуровневые связи определялись в единых терминах. Построение и понимание описания структуры не должны требовать специальных навыков в области формализации.

Упомянутые выше требования к спецификации структуры профиля реализованы в предложенной методологии. Первым вопросом при разработке способа описания структуры является выбор структурных единиц. Проведенный анализ показал, что описание структуры профиля в терминах НТД не всегда удобно из-за неоднородности единиц, между которыми определяются отношения. В одних случаях этими единицами являются отдельные НТД, в других – их части, а в-третьих – группы НТД. Для обеспечения наглядности описания и однородности структуры профиля целесообразно формировать ее на основе единиц содержания НТД. Для именования таких концептуальных единиц использован термин *модель*. Данное понятие в рассматриваемом контексте употребляется в собирательном смысле и интерпретируется как представление некой сущности (вопроса), изложенное в НТД, его части или нескольких НТД, соответствующее логически целостной группе взаимосвязанных положений НТД, которую целесообразно отразить в профиле в качестве самостоятельной структурной единицы.

Итак, наряду с традиционно определяемыми формальными составляющими профиля предлагается также выделять его *концептуальные единицы*, представляющие унифицируемые и согласуемые технические решения (рис. 1). Это позволяет рассматривать подобное описание структуры профиля как концептуальную модель предметной области технологий ИОС, служащую инструментом для ее анализа, обладающей объяснительной и предсказательной функциями.

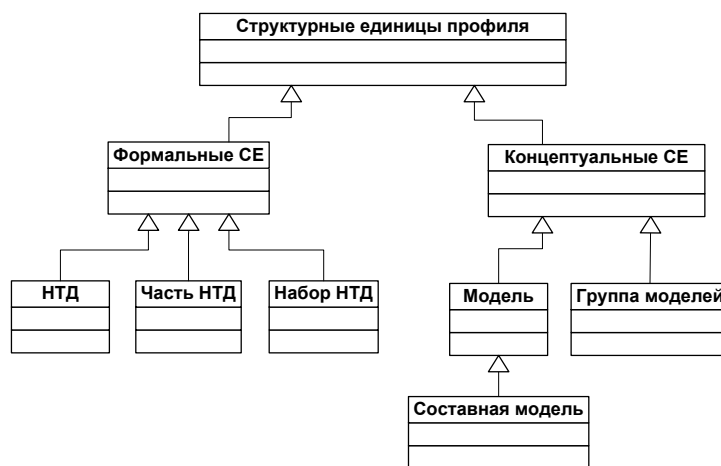


Рис. 1. Классификация структурных единиц (СЕ) профиля

Простым средством упорядочения моделей служит их типизация. *Тип модели* определяется комбинацией трех характеристик (табл. 1). Данная типизация соответствует фасетной классификации моделей. Если модель нельзя классифицировать в рамках первого или второго фасета, либо она попадает под оба значения, входящих в фасет, то соответствующий признак для нее не устанавливается.

В результате анализа фундаментальных архитектурных спецификаций, эталонных моделей и комплексных НТД, регламентирующих образовательные ИТ [1–4], были определены 5 уровней моделей: 1) БП, 2) приложения, 3) прикладные сервисы, 4) общие сервисы, 5) инфраструктура. Применительно к моделям программных компонентов уровни 2–5 соответствуют аналогичным уровням абстрактной модели IMS для систем электронного обучения (IMS Abstract Framework – IAF) [1].

По сравнению с IAF в структуре профиля предусмотрен *уровень БП*. На нем располагаются модели деятельности, реализуемой на основе ИОС, описываемые независимо от средств ее ИТ-поддержки (конкретных приложений ИОС и их пользовательского интерфейса). Они имеют целостный характер и позволяют специфицировать организационные схемы и педагогические методы, включающие элементы, которые выполняются без помощи инструментов ИОС.

Таблица 1. Характеристики, определяющие тип модели

Характеристика	Значение
Класс описываемой сущности	I – Информационная модель, структура данных, формат, кодировка, словарь, классификатор
	M – Описание поведенческих аспектов, метод, алгоритм, процесс,

	организационная схема, сценарий, API	
Характер положений НТД	N – Нормативные положения, требования, условия, обязательные для выполнения	
	R – Справочные положения, рекомендации, примеры реализации, руководство по применению	
Класс источника	O – Внешняя модель, определенная независимо от профиля в исходном НТД, его части или нескольких исходных НТД	
	Внутренняя модель, определяемая в рамках профиля	D – Готовая или разрабатываемая (проект НТД)
		P – Планируемая (в настоящее время отсутствует)

Модели этого уровня имеют еще одно важное назначение. Поскольку именно БП отражают потребности пользователей ИОС, они позволяют выявлять ее недостающие функции, которые соответствуют элементам деятельности, не имеющим инструментов ИТ-поддержки, а также связанные с ними компоненты нормативно-технического обеспечения. Таким образом, модели БП служат источниками для анализа и определения направлений развития профиля, включая формирование требований к моделям нижележащих уровней.

Каждая модель относится только к одному уровню. Модели, расположенные на смежных уровнях, связывают *отношения использования – предоставления услуг*. Помимо уровней, отстоящих друг от друга на одну ступень, смежными являются уровни прикладных сервисов и инфраструктуры. Отношения использования – предоставления услуг реализуются на базе интерфейсов программных компонентов, определяемых их моделями.

Приведенная характеристика системы отношений между моделями, расположенными на разных уровнях, показывает, что в качестве ее основы выступают межуровневые связи IAF. Обобщение семантики этих связей обусловлено выделением в структуре профиля уровня БП, отсутствующего в IAF, а также возможностью включения в него моделей, непосредственно не представляющих программные компоненты. Отношения между моделями первого и второго уровней отражают использование приложений для поддержки выполнения БП.

Отношения абстракции – реализации, связывающие уровни архитектуры образовательной технологической системы (Learning Technology Systems Architecture) [2], в структуре профиля определяются на множестве моделей, принадлежащих одному уровню. В рамках уровней также устанавливается ряд других отношений между моделями, в частности, *отношение группирования (агрегации моделей)*.

Распределение по уровням соответствует еще одному основанию классификации моделей. Чем выше уровень модели, тем шире множество процессов, реализуемых в ИОС на

ее основе, и тем ближе она к образовательной специфике. И наоборот, модели, располагающиеся на нижних уровнях, регламентируют технические аспекты ИОС, инвариантные к предметной области.

Модели, расположенные на одном уровне, могут объединяться в группы по общности назначения. *Группа* интерпретируется как набор моделей или как агрегированная модель. В любом случае группа моделей – внутренняя структурная единица, введенная в профиле (даже если все относящиеся к ней модели являются внешними).

Группа должна иметь имя, уникальное в рамках профиля. В группу могут входить модели и другие группы. Каждая модель или группа может принадлежать только одной группе.

В конкретной версии профиля группа может быть декомпозирована на составляющие либо представлена без детализации как неделимый пакет. Во втором случае группа идентифицирует определенное технологическое направление (сегмент предметной области профиля), анализ и детализация которого намечены на перспективу. Наличие недекомпозированных групп характерно для начальных этапов формирования профиля.

Между моделями, входящими в группу, существует большое число связей, из чего вытекает целесообразность их совместной проработки. Данная особенность позволяет говорить о том, что объединение моделей в группу в первом приближении очерчивает границы области ответственности коллектива экспертов (рабочей группы), занимающихся унификацией технических решений и подготовкой (или адаптацией) соответствующих НТД.

Другой структурной единицей профиля, агрегирующей модели, является *составная модель*. Составной называется модель, ассоциируемая с комплексным НТД в целом, части которого также представлены моделями на данном уровне профиля. Таким образом, возможны разные схемы отображения в профиле комплексного НТД: а) единой моделью; б) набором моделей, соответствующих частям (разделам) НТД; в) составной моделью, которая представляет НТД в целом и включает модели, отображающие его части.

Составная модель и входящие в нее модели связаны теми же отношениями, что группа и ее компоненты. Отличие составной модели от группы заключается в том, что первой соответствует конкретный НТД, а второй – нет.

Группы моделей и составные модели классифицируются аналогично моделям. При этом приписанные им классификационные признаки распространяются на все их компоненты. Если какой-либо из признаков на множестве компонентов, входящих в группу или составную модель, принимает разные значения, то его агрегирующее значение для данной группы или составной модели не определяется.

Отношения агрегации на структурных единицах в рамках уровня профиля (вхождение моделей и составных моделей в группы и составные модели, вхождение групп в группы)

образуют иерархическую структуру. Таким образом, *на каждом уровне располагается дерево моделей*. Его корнем является группа, охватывающая все группы и модели уровня.

Межуровневые отношения использования отражают взаимодействие программных компонентов смежных уровней в терминах использования – предоставления услуг. Однако наряду с подобными моделями профиль включает модели, которые непосредственно не представляют программные компоненты. Связи между такими моделями, принадлежащими одному или разным уровням, более разнообразны и не ограничиваются только отношениями агрегации и использования. Для обеспечения семантической выразительности структуры профиля в разработанном способе ее спецификации определены *8 базовых типов отношений* (табл. 2), *представляющих формальные связи структурных единиц*. Эти отношения могут существовать между:

- единицами одного уровня в рамках группы или составной модели;
- единицами одного уровня из разных групп и (или) составных моделей при условии, что ни одна из них не включает другую непосредственно либо транзитивно;
- единицами разных уровней, среди которых, как минимум, одна непосредственно не представляет программный компонент.

Таблица 2. Базовые типы отношений, выражающих формальные связи структурных единиц профиля

Тип	Семантика	Свойства
Обобщение (модель – метамодель)	Связь модели и метамодели, на которой она основана. Метамодель обобщает модель, представляя ее ключевые характеристики и опуская частные детали. Модель служит конкретизацией метамодели: она наследует все ее свойства, но кроме них имеет ряд собственных свойств, отсутствующих у метамодели.	бинарное, направленное, антирефлексивное, антисимметричное
Ассоциация	Отражение типового варианта совместного применения моделей.	n -местное ($n \geq 2$), ненаправленное
Эквивалентность	Связываемые модели являются содержательно равнозначными.	n -местное ($n \geq 2$), ненаправленное
Зависимость	Общий случай зависимости структурной единицы профиля (первого члена отношения) от одной или нескольких других структурных	n -местное ($n \geq 2$), направленное, антирефлексивное

Тип	Семантика	Свойства
	единиц (прочих членов отношения). Необходимость изменения зависимой единицы может возникнуть в результате изменения любой из влияющих на нее единиц.	
Использование	Отражение использования первой моделью элементов второй модели, в результате чего полная реализация первой модели требует реализации второй модели (частично или целиком). Для моделей программных компонентов отношение интерпретируется в терминах использования – предоставления услуг.	бинарное, направленное, антирефлексивное
Уточнение	Связь уточняющей модели с уточняемой. В частности, данное отношение позволяет отразить соответствие между уточнениями, описанными в профиле, с моделью базового НТД.	бинарное, направленное, антирефлексивное, антисимметричное
Расширение	Связь модели, в которой определено расширение, с исходной (расширяемой) моделью, соответствующей базовому НТД.	бинарное, направленное, антирефлексивное, антисимметричное
Привязка	Первая модель специфицирует привязку к определенной технологии реализации для второй модели.	бинарное, направленное, антирефлексивное, антисимметричное

Отношение, в котором участвует группа или составная модель, распространяется на все ее компоненты. Если для какого-либо из них данное отношение не существует, то оно не должно определяться и для группы (составной модели) в целом, т.е. отношение необходимо описать для входящих в нее структурных единиц по отдельности.

Классификация отношений, формирующих структуру профиля, представлена на рис. 2. Для описания структуры разработана графическая нотация, основанная на обозначениях диаграмм пакетов и классов UML. В рамках нее структурной единице (модели, группе, составной модели) соответствует пакет. Для модели должны быть определены НТД (или их части), которые она представляет. Их названия указываются на изображении пакета в квадратных скобках после имени единицы. Имя должно быть уникальным (т.е. неповторяющимся) в рамках профиля. В правом нижнем углу пакета указываются классификационные признаки (тип) единицы. Обозначения отношений базируются на соответствующих средствах UML, используемых на диаграммах классов и пакетов.

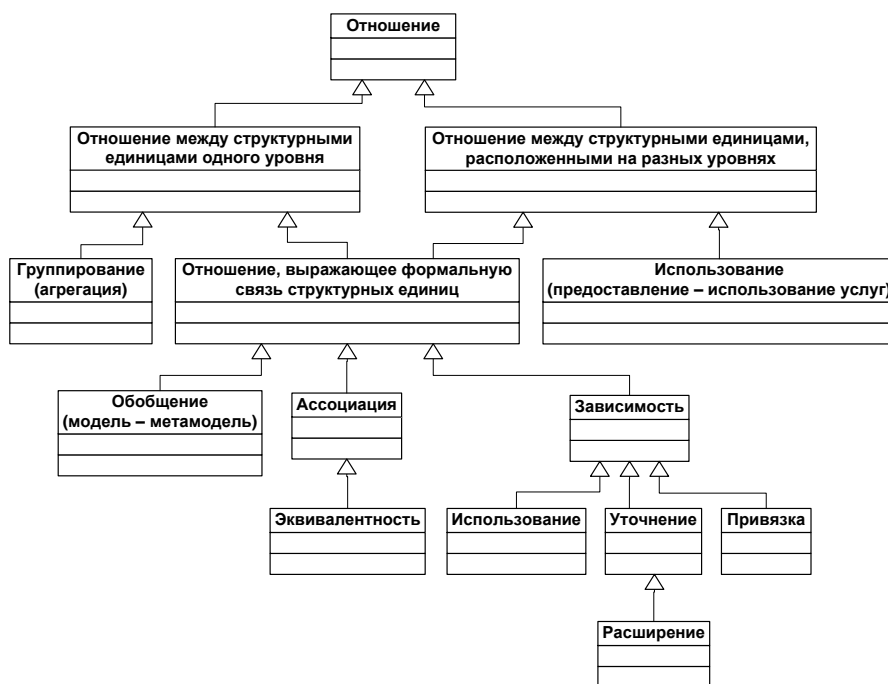


Рис. 2. Типизация отношений между структурными единицами профиля

Общую структуру профиля иллюстрирует рис. 3.

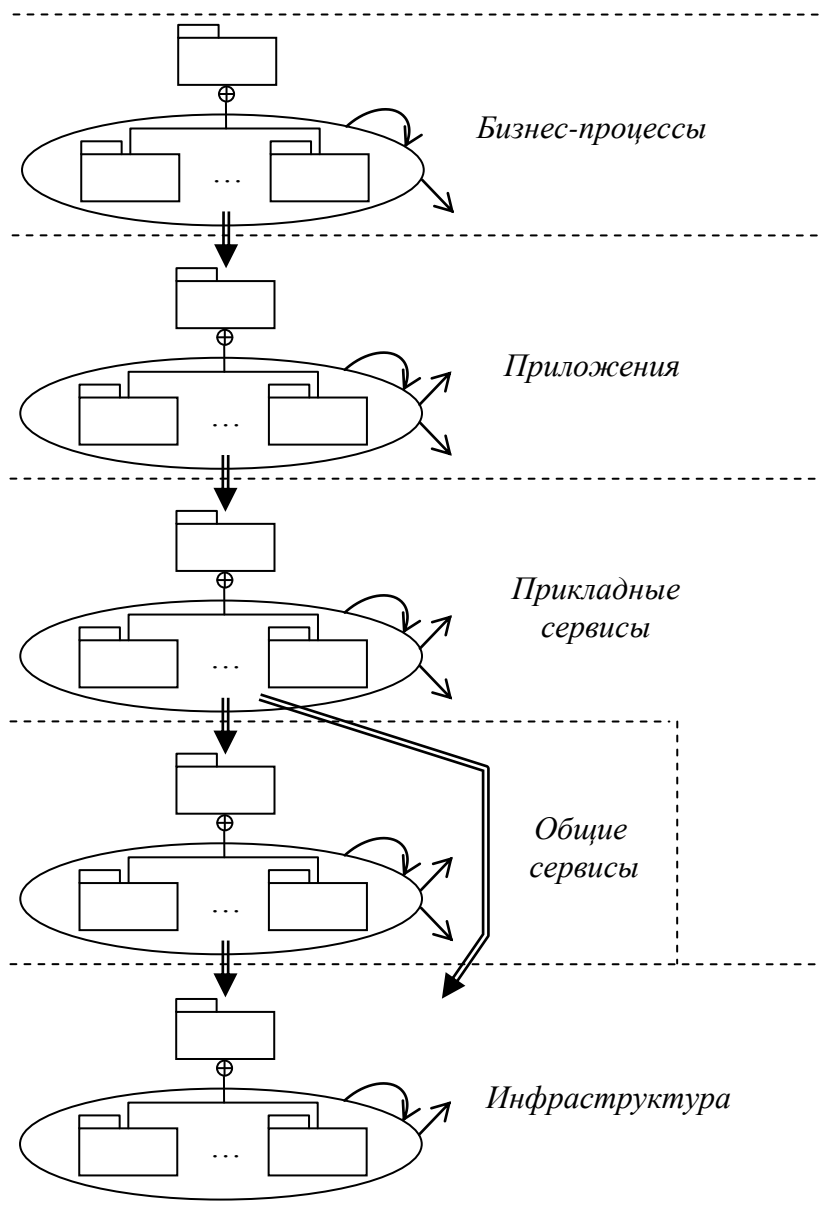

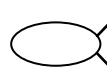


Рис. 3. Общая структура профиля (концептуальная модель предметной области образовательных ИТ):

- \oplus – отношения агрегации;
- \Downarrow – межуровневые отношения использования, связывающие модели, расположенные на смежных уровнях;
-  – формальные отношения между структурными единицами в рамках уровня;
-  – формальные отношения между структурными единицами, расположенными на разных уровнях.

На основе разработанной методологии определены иерархии моделей на трех верхних уровнях профиля, соответствующего национальной системе образования, ведется проработка отдельных технологических направлений (групп моделей) [5]. Унифицированные технические решения оформляются в виде открытых спецификаций. Для их публикации и обсуждения создан web-сайт "Открытые информационно-образовательные среды и

технологии электронного обучения", служащий сетевой площадкой для обмена опытом и развития технических решений для ИОС на основе принципов открытых систем. ГНИИ ИТТ "Информика" также учреждена серия печатных изданий "Нормативно-техническое обеспечение информационных технологий в образовании" [6].

Ограниченный объем статьи не позволяет рассмотреть предложенную методологию концептуального моделирования более подробно. В качестве примера представления технологического направления на рис. 4 приведена диаграмма, описывающая структуру группы моделей уровня прикладных сервисов "Метаданные для ИР сферы образования".

Создание национальной инфраструктуры систематизации и управления ИР сферы образования

Под *систематизацией* понимается совокупность процессов, направленных на обеспечение условий для эффективного управления ИР [7]. В рассматриваемом контексте управление ИР интерпретируется не в узком технологическом смысле как управление контентом, а охватывает процессы, составляющие технологии преобразования информации, процессы учета ИР, публикации ИР и их метаданных, поиска, выбора, агрегации, адаптации и распространения ИР, оценивания качества ИР, формирования заказов на разработку ИР и др.

Базовыми задачами систематизации ИР являются:

- идентификация ИР;
- классификация ИР;
- формирование метаданных ИР, отражающих их характеристики, важные с точки зрения управления ИР;
- учет (в том числе каталогизация) ИР;
- регистрация и депонирование ИР;
- публикация ИР и метаданных (с обеспечением возможностей поиска);
- оценивание качества и сертификация ИР;
- мониторинг состояния ИР сферы образования;
- обобщение и унификация технических решений, реализуемых в ИР.

Условия, обеспечиваемые систематизацией, оцениваются с помощью следующего набора *критериев*.

1. Существует согласованный набор общепринятых классификаций ИР, требования которых соблюдаются при создании, хранении и учете ИР.

2. Классификации ИР отделимы от использующих их систем.

3. Для каждого ИР сформированы метаданные, основанные на стандартной открытой модели, учитывающей особенности области применения и совместимой с моделями метаданных для смежных областей.

4. Метаданные описаны на языках, соответствующих аудитории, на которую ориентированы ИР.

5. В метаданных указаны глобальные уникальные идентификаторы и классификационные признаки ИР.

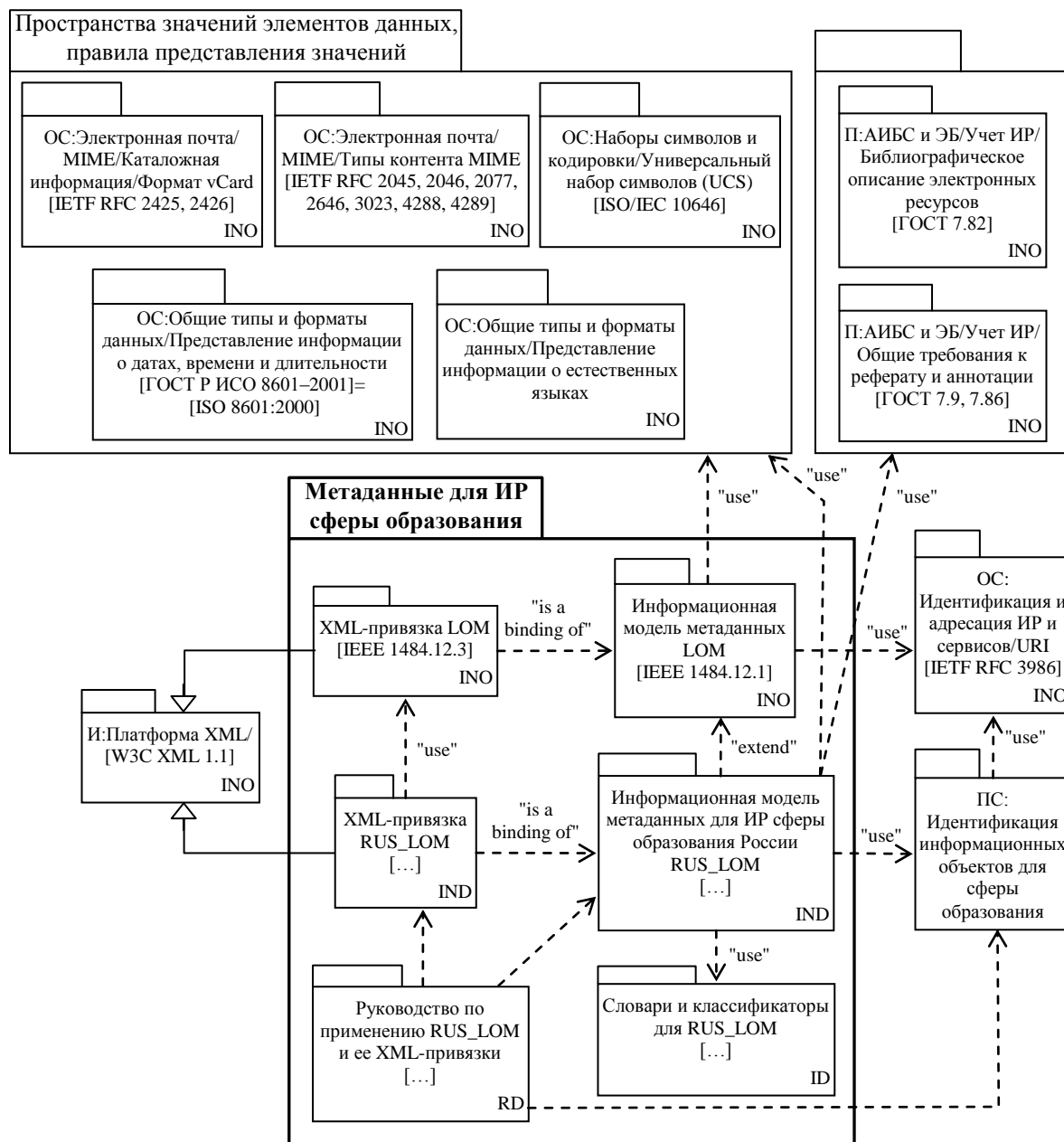


Рис. 4. Структура группы моделей "Метаданные для ИР сферы образования"

Обозначения: П., ПС., ОС., И: – префиксы, задающие уровень модели (приложения, прикладные сервисы, общие сервисы, инфраструктура);

6. Метаданные представлены в открытом стандартном формате и опубликованы (т.е. доступны для всех заинтересованных лиц).

7. Классификации и способы идентификации ИР, схема и формат метаданных, а также средства хранения метаданных и ИР обеспечивают эффективные возможности для поиска и выбора ИР с учетом ограничений и предпочтений пользователей по доступности.

8. Средства учета, хранения и поиска метаданных и ИР способны взаимодействовать друг с другом, образуя распределенную систему.

9. ИР реализуются на основе открытых унифицированных технических решений, что создает условия для взаимодействия и совместного применения ИР, их многократного использования в разных контекстах, агрегации и дезагрегации ИР.

10. Определены показатели качества ИР, учитываемые при создании, выборе и использовании ИР.

11. ИР реализуются в виде, допускающем оценивание их качества в соответствии с установленными требованиями.

Эффективное решение задач систематизации ИР в масштабах национальной системы образования требует создания развитой *сетевой инфраструктуры*, формирующей в ИОС пространство для взаимодействия всех участников процессов преобразования информации, в части создания, распространения и применения ИР: авторов, разработчиков и издателей ИР, дистрибьюторов и провайдеров контента, учащихся и преподавателей, менеджеров образовательных заведений и др. Создатели и распространители ИР в рамках такой инфраструктуры получают доступ к обобщенным сведениям о потребностях системы образования в ИР и состоянии рынка соответствующих продуктов, средствам публикации ИР и метаданных, службам регистрации, депонирования и сертификации ИР. Потенциальным пользователям она предоставляет информацию о существующих ИР, отвечающих их интересам, и дает возможность обоснованного выбора среди них наилучших по соотношению цена/качество ресурсов.

Рассматриваемая инфраструктура, на наш взгляд, должна представлять собой *основанную на принципах открытости среду для взаимодействия и конкуренции* в области разработки, распространения и применения ИР, а также реализации с их помощью образовательных услуг. Поддержка открытых интерфейсов способствует простому вхождению в нее заинтересованных участников данных процессов: как поставщиков контента (разработчиков компьютерных средств обучения, издательств, дистрибьюторов, провайдеров), так и пользователей ИР (образовательных и научных учреждений, центров

повышения квалификации и т.п.). Поставщик контента с помощью свободно распространяемого инструментария с минимальными затратами может сформировать и разместить в сети каталог, информационное хранилище или электронную библиотеку (ЭБ), тем самым выводя предлагаемые им продукты на рынок образовательных ИТ. В свою очередь, информационные системы (ИС) потребителей контента получают стандартизованный доступ ко множеству ЭБ, каталогов и хранилищ ИР, использующих согласованные схемы метаданных, классификаторы ИР и словари их характеристик.

Упрощенная схема национальной сетевой инфраструктуры систематизации и управления ИР сферы образования изображена на рис. 5. На ее верхнем уровне располагаются *общесистемные компоненты*:

- реестр ЭБ, каталогов и хранилищ ИР, охватываемых инфраструктурой;
- реестр схем метаданных, предназначенный для фиксации и согласования моделей и форматов метаданных, реализуемых этими ИС;
- репозиторий нормативных лексикографических ресурсов, содержащий формальные спецификации классификаторов и словарей, используемых при систематизации ИР, и служащий основой для их согласования;
- реестр прикладных профилей ИС, фиксирующий воплощаемые ими технические решения, значимые с точки зрения обеспечения взаимодействия ИС в рамках инфраструктуры;
- репозитории компетенции, содержащие формальные спецификации (модели) компетенции, применяемые при описании, поиске, отборе и оценивании ИР;
- служба регистрации и депонирования ИР.

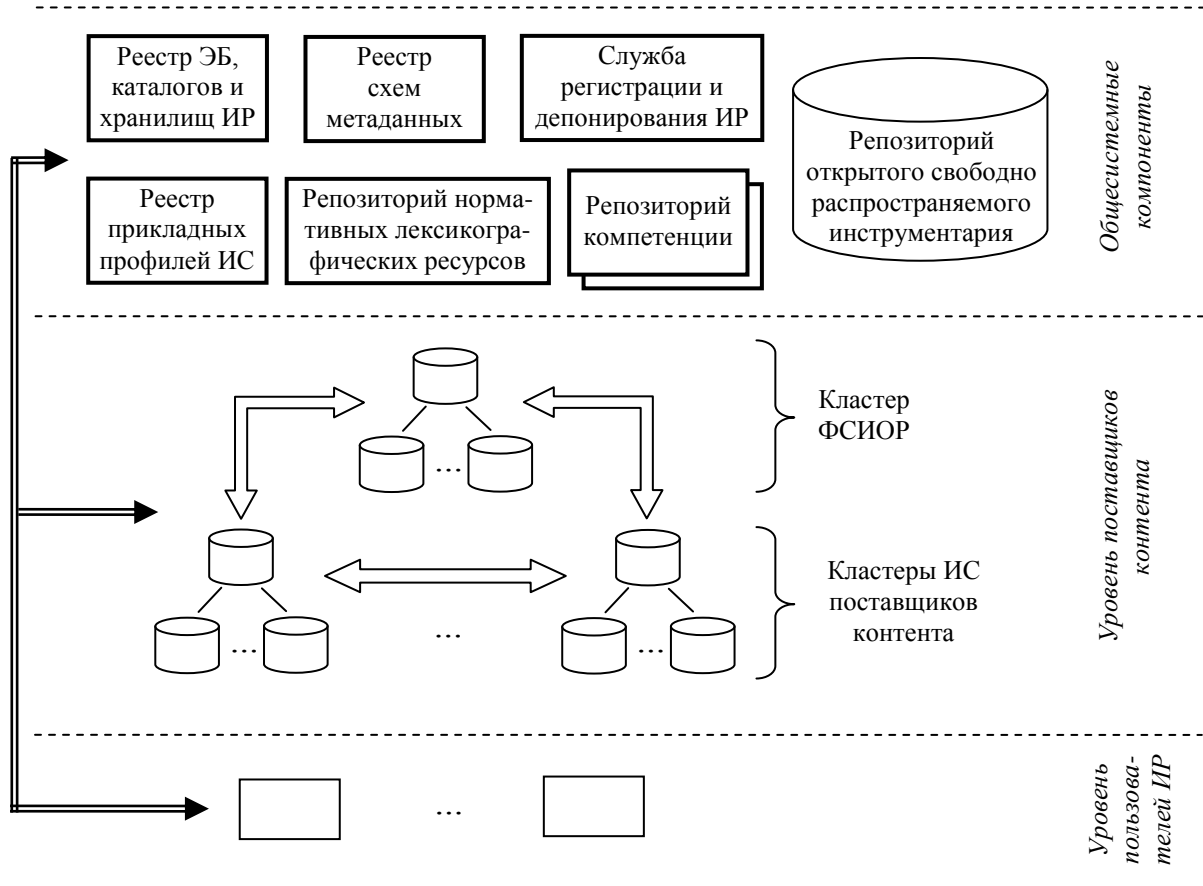




Рис. 5. Национальная сетевая инфраструктура систематизации и управления ИР сферы образования:

-  – ИС поставщика контента (каталог или хранилище ИР, ЭБ);
-  – ИС, поддерживающая БП с использованием ИР (система управления учебным процессом, портал, ИС образовательного учреждения)

Верхний уровень также включает *репозиторий открытого свободно распространяемого инструментария*, предназначенного для реализации и поддержки функционирования ИС, представляемых на других уровнях инфраструктуры. К подобному инструментарию относятся:

- редактор метаданных;
- редактор дистрибутивных пакетов ИР;
- типовая система управления каталогом ИР;
- типовая система управления хранилищем ИР;
- типовая автоматизированная информационно-библиотечная система (система управления ЭБ);
- типовые реализации сервисов поиска ИР;
- средства тестирования и оценивания качества ИР;
- типовая система управления контентом;
- типовая система управления учебным процессом.

На втором уровне располагаются *ИС поставщиков контента* – ЭБ, каталоги и хранилища ИР. Они могут объединяться в кластеры по административному, территориальному, тематическому и иным признакам. Благодаря использованию унифицированных технических решений (в первую очередь согласованных схем метаданных, словарей и классификаторов) эти ИС способны взаимодействовать друг с другом, в частности, выполняя распределенный поиск, обмениваясь метаданными, сведениями о поступающих запросах и т.д.

Особое место на данном уровне занимает *федеральная система информационно-образовательных ресурсов (ФСИОР)*. Она включает хранилища ИР, созданных за счет государственных средств для поддержки приоритетных образовательных программ, а также ЭБ и каталоги ИР, для которых имеются авторитетные оценки качества. В рамках ФСИОР осуществляются процессы постоянной актуализации каталогов и контроля качества ИР.

Граница между уровнями поставщиков контента и пользователей ИР является размытой. Например, образовательное учреждение, в котором применяются ИР, предоставленные внешними поставщиками, а также собственные компьютерные средства обучения, может предлагать свои продукты другим потребителям, размещая их в хранилище или представляя метаданные в каталоге.

ГНИИ ИТТ "Информика" является инициатором создания описываемой инфраструктуры. Очевидно, что ее построение и обеспечение функционирования в масштабах национальной системы образования возможно только при поддержке государства. Институт ведет исследования и разработки по формированию методологического фундамента и развитию компонентов такой инфраструктуры.

Решение большинства задач систематизации ИР связано с метаданными. Необходимость интеграции компонентов ИОС не только повышает актуальность согласования схем метаданных, но и в перспективе предусматривает создание единой платформы метаданных и технологий систематизации ИР в ИОС, охватывающих различные виды ИР и варианты использования метаданных. Ключевым компонентом такой платформы служит *система метаданных ИР для сферы образования России RUS_LOM*, представляющая собой расширение модели LOM [8, 9].

Информационная модель RUS_LOM удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым стандартом [8] к расширениям LOM. Она полностью включает схему LOM, сохраняя семантику и атрибуты ее элементов, а также наборы значений, входящих в связанные с ними словари. Так как RUS_LOM базируется на схеме LOM, она имеет такой же широкий охват описываемых сущностей, т.е. позволяет представлять образовательные ИР, рассматриваемые в обобщенном смысле.

Расширение, определенное в RUS_LOM, преследует цели:

- отражения специфики российской системы образования, а также законодательства и стандартов РФ;
- более глубокой структуризации и формализации некоторых элементов данных;
- обеспечения возможности представления в метаданных характеристик, специфичных для ИР, распространяемых на информационных носителях;
- развития ограничений целостности для повышения возможностей формальной верификации метаданных и уменьшения ошибок в них.

Информационная модель RUS_LOM была разработана в 2002 г. [7]. В последующие годы она использовалась в качестве методологической и нормативно-технической основы при выполнении крупных научно-технических проектов, направленных на развитие национальной информационной инфраструктуры сферы образования России. В частности, схема RUS_LOM и подмножества ее элементов реализованы в каталогах ИР *системы федеральных образовательных Интернет-порталов* [10] и хранилище электронных ИР *Федерального центра информационных образовательных ресурсов (ФЦИОР)*, составивших ядро ФЦИОР.

Апробация RUS_LOM показала, что она является эффективным средством систематизации и управления ИР в российских ИОС. RUS_LOM обеспечивает хорошие выразительные возможности для описания ИР в разных технологических сегментах ИОС и согласуется с другими основными системами метаданных, применяемыми в них. Ее использование способствует интеграции и интероперабельности компонентов ИОС, их совместимости с зарубежными ИОС.

Правила XML-формата RUS_LOM описаны с помощью XML-схем. Спецификации информационной модели RUS_LOM, ее XML-привязки, руководства по их применению, а также XML-схемы для формата RUS_LOM размещены в Интернет, а ключевые нормативно-технические документы опубликованы в [6].

Для систематизации ИР, осуществляемой на основе RUS_LOM, разработан набор классификаторов. Основными из них являются:

- 1) классификатор целевых назначений ИР;
- 2) классификатор ИР по уровням и ступеням образования;
- 3) многоуровневый иерархический классификатор типов ИР для сферы образования, охватывающий компьютерные ресурсы (информационные и программные продукты, функционирующие в среде Интернет или распространяемые на электронных носителях, мегаресурсы Интернет, служащие инструментами предоставления услуг), а также ИР на аудио-, видео- и бумажных носителях;

- 4) классификатор образовательной направленности учебно-методических ИП (профили образовательных заведений, направления подготовки, специальности и профессии);
- 5) предметные (тематические) классификации.

Ведутся работы по формированию тематических классификаторов, согласованных с Универсальной десятичной классификацией и отражающих особенности систематизации учебно-методических ИП по уровням образования.

Для всех классификаторов и словарей, рекомендуемых для использования в RUS_LOM, подготовлены формальные спецификации в XML-формате VDEX [11], которые размещены в Интернет в создаваемом репозитории нормативных лексикографических ресурсов.

В целях обеспечения поддержки формирования метаданных RUS_LOM и компоновки стандартных дистрибутивных пакетов ИП в ГНИИ ИТТ "Информика" разработаны многоплатформенные редакторы метаданных и дистрибутивных пакетов. Они написаны на языке Java и реализованы как локальные приложения, функционирующие под управлением операционной системы с установленной средой Java Runtime Environment.

Редактор метаданных поддерживает XML-форматы LOM 1.0 и RUS_LOM 1.0, а также формат vCard 3.0. В нем предусмотрена возможность настройки на прикладные профили, в том числе расширяющие LOM и RUS_LOM. В таких профилях могут быть введены дополнительные элементы, установлены используемые словари и классификаторы, определены требования к полноте экземпляра метаданных. Редактор также позволяет подключать словари и классификаторы, представленные в XML-формате VDEX, с обеспечением выбора из них значений и проверки экземпляров метаданных на соответствие им.

К числу основных достоинств разработанного редактора метаданных, отличающих его от аналогичных средств, относятся:

- многоплатформенность, достигаемая благодаря использованию Java-технологий;
- поддержка прикладных профилей метаданных;
- реализация интерактивной формы редактирования объектов vCard;
- возможность подключения словарей и классификаторов, представленных в XML-формате VDEX;
- выполнение валидации метаданных с учетом ограничений, установленных профилем, а также используемых словарей и классификаторов;
- интегрируемость редактора в другие Java-приложения;
- нетребовательность к вычислительным ресурсам.

Редактор дистрибутивных пакетов поддерживает форматы пакета и манифеста, определенные в SCORM [3]. Он может применяться в качестве средства построения модульных ИР из образовательных объектов. Количество вложенных манифестов и число уровней их подчинения не ограничены.

Редакторы метаданных и дистрибутивных пакетов ИР являются свободно распространяемыми программными средствами. Их дистрибутивы размещены в Интернет.

Заключение

Полученные результаты являются убедительным примером реализации системного подхода к информатизации сферы образования. Он предусматривает детализацию принципов открытых систем по отношению к прикладной области, построение и анализ концептуальной модели ее технологий, а также разработку для них нормативно-технического обеспечения, базирующегося на международных стандартах и открытых спецификациях ведущих профессиональных консорциумов, с учетом особенностей сферы образования России. Формирование нормативно-технического обеспечения ИОС и национальной сетевой инфраструктуры систематизации и управления ИР создают условия для интенсификации реализации российских ИОС разного уровня, масштаба и принадлежности, их интеграции с зарубежными ИОС, стимулируют развитие рынка образовательных ИТ, ИР и услуг, способствуют повышению эффективности средств ИТ-поддержки сферы образования.

Литература

1. IMS Abstract Framework: White Paper / IMS. – Version 1.0. – IMS, 2003. – <http://www.imsglobal.org/af/afv1p0/msafwhitepaperv1p0.html>.
2. IEEE Std 1484.1-2003. IEEE Standard for Learning Technology – Learning Technology Systems Architecture (LTSA).
3. Sharable Content Object Reference Model (SCORM) 2004 / Advanced Distributed Learning Initiative. – 4th Edition. – ADL, 2009. – <http://www.adlnet.gov/>.
4. IMS Common Cartridge Profile / IMS. – Version 1.0. – IMS, 2008. – <http://www.imsglobal.org/cc/ccv1p0/imscv1p0.html>
5. Башмаков А.И., Старых В.А. Принципы и технологические основы создания открытых информационно-образовательных сред / ФГУ ГНИИ ИТТ "Информика". – М.: "БИНОМ. Лаборатория знаний", 2010. – 719 с. – ISBN 978-5-9963-0285-7.
6. Нормативно-техническое обеспечение информационных технологий в образовании. Выпуск 1. Принципы построения и описания профилей стандартов и спецификаций

информационно-образовательных сред. Метаданные для информационно-образовательных ресурсов сферы образования / Башмаков А.И., Старых В.А. – М.: ФГУ ГНИИ ИТТ "Информика", 2009. – 378 с. – ISBN 978-5-94768-063-8.

7. Башмаков А.И., Старых В.А. Систематизация информационных ресурсов для сферы образования: классификация и метаданные. – М.: "Европейский центр по качеству", 2003. – 384 с. – ISBN 5-94768-002-5.

8. IEEE Std 1484.12.1-2002. IEEE Standard for Learning Technology – Learning Object Metadata standard.

9. IEEE Std 1484.12.3-2005. IEEE Standard for Learning Technology – Extensible Markup Language (XML) Schema Definition Language Binding for Learning Object Metadata.

10. Образовательные интернет-ресурсы / А.Ю. Афонин, В.Н. Бабешко, М.Б. Булакина и др.; Под ред. А.Н. Тихонова и др. ; ГНИИ ИТТ "Информика". – М.: Просвещение, 2004. – 287 с. – ISBN 5-09-013246-1.

11. IMS Vocabulary Definition Exchange Information Model / IMS. – Version 1.0. – IMS, 2004. – http://www.imsglobal.org/vdex/vdexv1p0/imsvdex_infov1p0.html.