#### Tallinna Ülikool

#### Matemaatika-Loodusteaduskond

#### Informaatika osakond

# О реализации спецификаций IMS Question & Test Interoperability на примере тестовой системы IVA

## Spetsifikatsiooni "IMS Question&Test Interoperability" realisatsioonist IVA testisüsteemi näitel

### Magistritöö

	AUTOR:	Vladimir Tomberg
	JUHENDAJA:	Peeter Normak
Autor:	··	"2005
Juhendaja:		"2005
Osakonna juhataja:		"2005

## СОДЕРЖАНИЕ

C	ОДЕРЖ	АНИЕ	,2
В	веден	ИЕ	4
1	ИСІ	ЮЛЬЗОВАНИЕ ТЕСТОВ В ТРАДИЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ	7
	1.1	ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ТЕСТОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ	
	1.2	ВЫВОДЫ ИЗ ЧАСТИ 1	
2	ПРО	DEKT IMS	13
	2.1	ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ	13
	2.2	СПЕЦИФИКАЦИИ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ОБРАЗОВАНИИ	15
	2.3	ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ СПЕЦИФИКАЦИЙ В IMS	18
	2.4	СПЕЦИФИКАЦИИ IMS, СВЯЗАННЫЕ С <i>QTI</i>	20
	2.4.1	IMS CONTENT PACKAGE	21
	2.4.2	IMS METADATA	23
	2.4.3	IMS DIGITAL REPOSITORIES	24
	2.5	ВЫВОДЫ ИЗ ЧАСТИ 2	25
3	СПЕ	ЦИФИКАЦИЯ QUESTION & TEST INTEROPERABILITY	27
	3.1	НЕОБХОДИМОСТЬ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ	27
	3.2	КРАТКАЯ ИСТОРИЯ	29
	3.3	СТРУКТУРА СПЕЦИФИКАЦИИ	30
	3.4	ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	31
	3.5	ПРОСТОЙ ОБРАЗЕЦ QTI XML	35
	3.6	IMS ЭЛЕМЕНТЫ (ЗАДАНИЯ)	39
	3.6.1	ТИПЫ ОТВЕТОВ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ	40
	3.6.2	ПРИМЕРЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОСТЫХ ЗАДАНИЙ	44
	3.7	ВЫВОДЫ ИЗ ЧАСТИ 3	49
4	AHA	ЛИЗ РЕАЛИЗАЦИИ ИМПОРТА-ЭКСПОРТА ТЕСТОВ В ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕ	ME
I۱	VA 51		
	4.1	ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С АНАЛИЗОМ СООТВЕТСТВИЯ СИСТЕМЫ	
	СПЕЦИ	МRИДАЗИФІ	51
	4.2	ИНТЕРФЕЙС ИМПОРТА И ЭКСПОРТА <i>IVA</i>	53
	4.3	АНАЛИЗ УПАКОВКИ ФАЙЛОВ (CONTENT PACKAGING)	56
	4.3.1	ФАЙЛ IMSMANIFEST.XML	58
	4.3.2	ФАЙЛ QTI.XML	62
	4 4	ВЫВОЛЫ ИЗ ЧАСТИ 4	66

<b>5</b> ПРАКТИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ <i>QTI</i> НА ПРОГРАММНОМ			
ОБЕСІ	<b>ТЕЧЕНИИ ОТ РАЗНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ</b>	68	
5.1	SARAS QTI VIEWER 1.0	68	
5.2	$QUESTION MARK {}^{TM}PERCEPTION {}^{TM}AUTHORING\ MANAGER$	72	
5.3	CANVAS LEARNING AUTHOR	75	
5.4	RESPONDUS 3	77	
5.5	ИМПОРТ И ЭКСПОРТ НА ПРАКТИКЕ	79	
5.6	ВЫВОДЫ ИЗ ЧАСТИ 5	85	
ЗАКЛЬ	ОЧЕНИЕ	87	
литен	PATYPA	90	
ПРИЛО	ОЖЕНИЕ 11	92	
прило	ОЖЕНИЕ 2	93	
прило	ОЖЕНИЕ 3	94	
прило	ОЖЕНИЕ 4	95	
KOKK	UVÕTE	110	

### Введение

В настоящей работе, посвященной теме тестирования учащихся в информационновычислительной среде, автор рассматривает существующие спецификации совместимости (интероперабельности) тестовых систем, и предлагает анализ проблем, связанных с практической реализацией переноса данных между системами соответствующими этим спецификациям.

Популярность систем управления обучением (Learning Management System — LMS) в настоящее время столь велика, что практически каждое учебное заведение со временем встает перед вопросом, какую LMS выбрать для использования. В ситуации, когда в разных школах и институтах используется разное программное обеспечение, ставит перед пользователями этих систем — методистами, преподавателями, авторами тестов и разработчиками — вопрос о совместимости учебных материалов. Необходимость стандартизации в этой области стала появляться сравнительно недавно, первые спецификации увидели свет в 1997 году. Но, даже не смотря на то, что, сменив несколько номеров версий и пройдя путь длиной восемь лет, большинство подобных спецификаций до сих пор не стали международными стандартами де-юре, они очень широко поддерживаются разработчиками и успели стать популярными.

Основное внимание в работе уделяется спецификациям, разработанным в международном некоммерческом консорциуме *IMS* (*Instructional Management Systems*). В этом консорциуме на момент написания работы было разработано 15 спецификаций, посвященных вопросам совместимости данных в электронном обучении. Форматы данных, предложенные в этих спецификациях, де-факто обрели высокую популярность среди разработчиков. Можно отметить, что фактически на сегодняшний день никто не пытается составить конкуренцию *IMS* в этой области. Наоборот, большинство американских и международных организаций с *IMS* тесно сотрудничают.

Основной целью работы является анализ того, насколько просто или сложно реализовать поддержку интероперабельности между системами, какую помощь в этом могут оказать спецификации и с какими реальными трудностями могут встретиться разработчик и пользователи интероперабельных систем. Практическое исследование в данной работе сфокусировано на возможностях тестовой системы IVA, а их результатом долж-

ны стать рекомендации автора разработчикам по улучшению работы системы в части импорта и экспорта тестов.

Работу можно разделить на два основных раздела, отличающихся методикой исследования. В частях с 1 по 3 проводится теоретическое исследование, связанное с технологическим фоном описываемых вопросов. Части 4 и 5 посвящены практическому анализу конкретных программных реализаций интероперабельности и вопросам решения возникающих проблем.

В 1-ой части автор знакомит с историей возникновения и развития тестов в образовании. Данное исследование помогает понять корни возникновения тестов, основные направления в науке и коммерции, которые повлияли на их развитие. Знакомство с историческими корнями и современными течениями в области использования тестов помогают лучше понять причины их применения в той или иной области.

2-я часть посвящена проекту *IMS*. В данной части рассматриваются цели и задачи этой организации, методы, используемые при разработке спецификаций. Отдельно уделяется внимание тому, как происходит процесс превращения спецификации в стандарт и какие роли играют организации, принимающие в этом участие. Дается краткий обзор всех спецификаций, разрабатываемых в *IMS*, но отдельно и подробно описываются спецификации *Content Package*, *Metadata* и *Digital Repositories*, имеющие непосредственное отношение к обмену тестами.

В 3-ей части подробно рассматривается непосредственно спецификация *Question & Test Interoperability* — являющаяся главным предметом фокуса в данной работе. Автор описывает необходимость спецификации и историю ее создания, знакомит со структурой документов, составляющих спецификацию и способами ее применения.

Также в данной части предлагается пример типичного *QTI XML* файла с подробным описанием структуры данных и наиболее важных элементов. Кроме того, отдельное внимание уделяется разным видам заданий и визуализаций, понимание которых является краеугольным камнем, самым критичным аспектом, при разработке тестовых систем.

Практическое исследование начинается в части 4 с определения планов исследования. При этом автор, объясняя проблемы, связанные с реализацией анализа совместимости тестовых систем обосновывает свой подход, примененный им на практике. Само исследование начинается с анализа возможностей тестовой системы IVA по импорту и экспорту тестов. Автор описывает создание пробных тестов и их экспорт из системы, а затем подвергает полученные XML файлы детальному анализу при помощи парсера. Автор описывает проблемы, связанные со структурой данных генерируемых при экспорте файлов и, основываясь на анализе спецификаций QTI, дает рекомендации по их устранению.

В последней, 5-й части автор производит попытку практического импорта тестов системы *IVA* в популярные системы, созданные другими разработчиками. Для начала каждый из выбранных пакетов подробно анализируется на предмет его возможностей и ограничений по импорту. Затем производится импорт. Результаты анализируются, и если неудачи связаны с некорректной структурой данных, данные в исходном тексте редактируются, а попытка импорта производится снова. На основании этой серии экспериментов автор предлагает свои рекомендации по максимально совместимой структуре данных. Также объясняется, почему некоторые типы заданий вообще не могут быть импортированы.

В конечном итоге в результате практического анализа автор получает две версии каждого файла с заданием — версию, экспортированную системой IVA и версию, отредактированную и исправленную автором вручную, которую можно импортировать в большинство систем.

Автор надеется, что данная работа будет полезна как разработчикам тестовых и учебных систем, так и всем тем, кто интересуется реализацией стандартов в электронном образовании.

## 1 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕСТОВ В ТРАДИЦИОННОМ ОБУ-ЧЕНИИ

Одной из серьезных проблем, с которой сталкиваются теоретики и практики современного образования, является его экономическая *продуктивность*. Эту продуктивность можно вычислить, измеряя общую эффективность каждого вложенного в образование доллара, кроны или евро. Системой оценки эффективности образования в таких случаях выступают результаты специальных экзаменов, проводимых одновременно в нескольких учебных заведениях или в нескольких странах.

Продуктивность может зависеть от самых разных обстоятельств, связанных с обучением в конкретной стране и конкретном учебном заведении. В своем труде "Почему студенты в некоторых странах делают это лучше" (*L. Woessmann, 2002*) Людгер Воессманн приводит в качестве основных причин следующие:

- Степень автономности в принятии решений национальных школ;
- Степень локального влияния преподавателей на учебную программу;
- Наличие централизованных экзаменов;
- Количество частных университетов и многие другие.

Приводятся и неожиданные результаты исследований продуктивности, из которых выясняется, что максимального результата на каждый вложенный доллар добились студенты из Сингапура, а, к примеру, Соединенные Штаты по результатам математического теста *TIMSS*<sup>1</sup> располагаются ниже середины шкалы (23-е место из 39-и).

В своей магистерской работе автор обращается к теме учебного тестирования и, в частности, тестирования компьютерного. Именно тестирование позволяет получать дифференцированные результаты, дает возможность построения точной измерительной шкалы оценки, необходимой для анализа эффективности обучения (*W. Evers, H. Walberg*, 2002).

\_

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Third International Mathematics and Science Study, [http://timss.bc.edu]

Тестирование, являющееся одним из средств экзаменации знаний учащихся, безусловно, является достаточно эффективным методом проверки знаний и с экономической точки зрения. В отличие от традиционных, устной или письменной форм принятия экзаменов, тестирование позволяет экономить время преподавателей, которое особенно расточительно расходуется во время устного экзамена и, главным образом, при проверке результатов.

Тестирование в большинстве случаев не позволяет студенту уклониться от ответа или уйти в посторонние рассуждения, подразумевая конкретное знание ответов на конкретные вопросы. Являясь безусловным достоинством, это свойство может стать и недостатком, ограничивая применение тестирования для довольно большого круга практических и некоторых теоретических дисциплин.

## 1.1 ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ТЕСТОЛОГИИ<sup>2</sup> В ОБРАЗОВАНИИ

Первые упоминания об использовании тестов для проверки знаний учащихся относятся к 1864 году, они были проведены Джорджем Фишером (*J. Fisher*) в Великобритании. Фишер написал книгу «*A scale book*», где были даны вопросы и варианты ответов для выбора. В книге приводились вопросы по правописанию, арифметике, чтению, грамматике и навигации. Книга Фишера признается учеными-педагогами *первым опытом тестирования* школьной успеваемости (Т. Зайчикова, 2003).

Английским психологом Ф. Гальтоном (1883) были разработаны теоретические основы тестирования:

- применение серии одинаковых испытаний к большому числу индивидов,
- статистической обработке результатов,
- выделение эталонов оценки.

<sup>2</sup> Тестология (testology) — наука о создании и применении тестов. В области педагогических измерений Тестология — это теоретико-методологическое и методическое обоснование процессов разработки и применения педагогических тестов.

Центр тестирования ТГЭУ, Терминология, [http://www.fesaem.ru/testing/term/]

8

Термин "тест" был впервые введен американским психологом Джеймсом Маккином Кеттеллем (*Cattell, James McKeen*. 1860–1944), а американец В. А. Маккол разделил тесты на педагогические (*Educational Test*) и психологические — по определению уровня умственного развития (*Intelligence Test*). "Основной задачей педагогических тестов являлось измерение успешности учащихся по тем или иным школьным дисциплинам за определенный период обучения, а также успешность применения определенных методов преподавания и организации" (Т. Зайчикова, 2003).

Школы и колледжи в Соединенных Штатах начали разрабатывать и использовать тесты с конца XIX века, в основном для вступительных экзаменов. Множество колледжей принимали всех желающих, однако элитные заведения, такие как Гарвард (Harvard) или Принцетон (Princeton) информировали поступающих о содержании вступительных экзаменов, к которым необходимо подготовиться. Долгое время содержание этих экзаменов было разным (хотя и основывалось на знании авторов произведений на латыни), и лишь в 1900 году был основан College Entrance Examination Board (CEEB), который разработал единый тест для множества школ, тем самым, положив основу для стандартизации требований к поступающим.

Подобное тестирование не сопровождалось каким-либо систематизированным подходом, а тем более не ставило перед собой серьезных задач из области отчетности. Идея использования тестирования для отчетности, которая охватывала бы преподавателей, директоров школ, сами школы и даже школьные округи для получения отчетности — достаточно современное изобретение (*W. Evers, H. Walberg,* 2002).

Серьезный подход к разработке и администрированию тестов начал применяться с появлением в начале XX века науки *психологии образования*. Отцом основателем современного образовательного тестирования считается Эдуард Ли Торндайк<sup>3</sup>, из Колумбийского Университета (*Columbia University*). Он разработал стандарты шкал тестирования педагогических методов и школьных субъектов и сумел доказать, что образование само должно являться строгой наукой, а также пропагандировал использование научных методов в школьной практике.

-

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Edward L. Thorndike, 1874-1949, [http://tip.psychology.org/thorn.html]

Не удивительно, что наибольшее развитие тестологические исследования получили в США. В частности, за время 2-й мировой войны с 1939 по 1945 годы при мобилизации в армию было протестировано около 20 миллионов человек<sup>4</sup>.

Здесь необходимо отметить, что далее тестология развивалась параллельно по двум непересекающимся до определенного момента направлениям — тестология в образовании и тестология в психологии. И если основным фокусом внимания ученых психологов была статистическая обработка тестов, получение новых методов отчетности, то в образовании вплоть до появления отчета Колемана в 60-х годах, который будет рассмотрен ниже, от тестов требовался лишь обучающий эффект.

В СССР (Россию) тестология пришла из США в 1917 году, сразу после октябрьского переворота, и развивалась такими психологами и педагогами, как П. П. Блонский, А. П. Болтунов, М. С. Бернштейн, С. Г. Геллерштейн, Г. И. Залкинд, А. М. Шуберт. К сожалению, исследованиями тестирования занимались *педологи*. *Педология* — распространенная в то время наука о развитии детей, не представляющая целостной теории.

Советским ученым тоже удалось добиться некоторых успехов. В 1925 году при педагогическом отделе Института методов школьной работы была организована тестовая комиссия. В ее задачи входила разработка *стандартизированных тестов* для советской школы. Весной 1926 года Комиссия составила и выпустила на основе американских образцов стандартизированные тесты для школы по природоведению, обществознанию, математике, географии, а также на понимание чтения и правописания (Т. Зайчикова, 2003).

Однако, как это произошло со многими другими научными направлениями, невежественная внутренняя политика Сталина положила конец исследованиям в 30-х годах. Вся научная деятельность закончилась после постановления ЦК ВКП (б) от 4.7.1936 г. «О педологических извращениях в системе Наркомпросов» (Т. Зайчикова, 2003). Совершенно очевидно, что после этого все исследования в области тестологии в СССР были на долгое время прекращены.

Продолжая развиваться в США, тестирование в образовании большей частью применялось в сферах профессионального обучения. Этому способствовали и период депрессии

-

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Тест. Большая Советская Энциклопедия. [http://www.tests.pp.ru/library/encyclopedia/test.phtml]

30-х, когда многим людям было необходимо менять профессию, и Вторая Мировая война, и послевоенный экономический подъем.

В середине 60-х годов американский социолог Джеймс Колеман (James Coleman) опубликовал отчет "Равнозначность возможностей образования" (Equality of Educational Opportunity). Этот отчет, который также называют "отчетом Колемана" впервые обратил внимание на возможность использования тестов не только для повышения уровня профессионального образования, но и для получения отчетности (accountability). В данной работе сравнивались вкладываемые ресурсы и разность получаемых результатов обучения у детей разных рас. Этот доклад позволил впервые оценить эффективность образования в зависимости от вложений и других влияющих факторов, что привело к фактическим реформам образования в разных штатах, называемым децентрализацией. Это означало отказ от старой централизованной системы, перемещением фокуса от вложений в образование на получаемые результаты и позволило ввести специальные программы для обучения детей из семей с низким достатком (D. Ravitch, 2002).

Смещение основного внимания от вложений (ресурсов) к результатам (достижениям студентов) привело к созданию в 1969 году  $NAEP^5$  — Национального Агентства по оценке прогресса в сфере образования (National Assessment of Educational Progress). В NAEP разрабатывались тесты, в решении которых принимали участие разные школы США, результатом которых стали статистические отчеты о положении дел в образовании.

Дальнейшее развитие тестирования в образовании США происходило на фоне битвы между политиками и специалистами в области образования. Политикам тесты были необходимы для лучшего представления об эффективности расходования средств. Преподаватели сопротивлялись внедрению тестов, ратуя за традиционные средства обучения и экзаменаций. В целом, можно отметить, что подобные дискуссии не прекращаются и на сегодняшний день.

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> <u>http://nces.ed.gov/nationsreportcard/</u>

## 1.2 ВЫВОДЫ ИЗ ЧАСТИ 1

- 1. Развитие тестологии происходило по двум направлениям, образовательному и психологическому.
- 2. Лидером в области внедрения тесов в образование являются Соединенные Штаты Америки.
- 3. В образовании до 60-х годов основное внимание при использовании тестов придавалось не отчетности, а возможности обучения.
- 4. Тестирование дает возможность повысить эффективность обучения и на основе результатов получать подробную статистическую отчетность.
- Особенно хорошо тестирование прижилось в разных сферах профессионального обучения.

#### **2 IPOEKT IMS**

#### 2.1 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Наиболее активно развивающейся международной образовательной ассоциацией, которая выступает связующим звеном между мировыми технологическими образовательными системами, в настоящее время является консорциум *IMS Global Learning Consortium* (В. Тихомиров, А. Хорошилов, Д. Титарев, 2003).

Консорциум *IMS* (*IMS Global Learning Consortium*) начал свое существование как проект в рамках *National Learning Infrastructure Initiative* некоммерческой организации *EDUCAUSE*<sup>7</sup>, занимающейся пропагандированием использования информационных технологий в образовании. Его штаб-квартира размещается Бурлингтоне, штат Массачусетс. Несмотря на то, что *IMS* начинался как проект, связанный с высшим образованием, в настоящее время в нем также уделяется внимание потребностям начальной школы, корпораций и правительственных организаций. *IMS* это глобальный консорциум с членами, представляющими образовательные, коммерческие и правительственные организации, включающий свыше 1600 колледжей и университетов и 150 корпораций.

Областью, в которой *IMS* публикует свои спецификации, является распределенное обучение (distributed learning), как в синхронном, так и в асинхронном режиме, то есть, как в режиме онлайн, так и в режиме оффлайн. Это означает, что своими спецификациями *IMS* охватывает как обучение с использованием Интернет технологий, так и с доставкой обучающих материалов в других формах, например, записанными на компакт-диск. *IMS* собирает информацию о потребностях в распределенном обучении посредством встреч, конференций фокус-групп и других источников. Основываясь на этих потребностях, *IMS* разрабатывает черновые спецификации, чтобы очертить критические аспекты, связанные с интероперабельностью на рынке обучения. После предварительного апробирования в рамках групп разработчиков, *IMS* публикует спецификации, а затем

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> http://www.IMSglobal.org

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> http://www.educause.edu/

отправляет их в группы аккредитации стандартов, для будущей международной стандартизации процессов распределенного обучения<sup>8</sup>.

Консорциум *IMS* преследует две основные цели:

- 1. Определение технических стандартов для интероперабельности приложений и услуг в распределенном обучении.
- 2. Поддержка включения спецификаций *IMS* в продукты и услуги по всему миру. *IMS* прилагает усилия для содействия широкому принятию спецификаций, что позволит оперировать распределенным учебным средам и материалам многих авторов (СПб ГУ, 2004).

На сегодняшний день (04/2005) в *IMS* разработано 15 оригинальных спецификаций:

```
1. Meta-data v 1.2.1;
```

- 2. Content Packaging v 1.1.4;
- 3. Question and Test v 1.2.1;
- 4. Learner Information v 1.0.1;
- 5. Enterprise v 1.1;
- 6. Simple Sequencing v 1.0;
- 7. Learning Design v 1.0;
- 8. Digital Repositories v 1.0;
- 9. Competencies v 1.0;
- 10. Accessibility for LIP v 1.0;
- 11. Vocabulary Definitions v1.0;
- 12. Shareable State Persistence v1.0;
- 13. Enterprise Services v1.0;
- 14. Resource List Interoperability v1.0;
- 15. Access for All Meta-data v1.0.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> About IMS. [http://www.imsglobal.org/background.html]

Далее будут рассматриваться лишь те из них, которые имеют прямое или косвенное отношение к спецификации *Question and Test*, находящейся в фокусе интереса данной работы.

### 2.2 СПЕЦИФИКАЦИИ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ОБРАЗОВАНИИ

Стандарты в конце двадцатого века начали проникать буквально во все области науки, образования и бизнеса. Важность роли стандартов в современном, быстро развивающемся и интегрирующемся мире трудно переоценить. Одним из показателей роли стандартов является ускорение развития области, для которой стандарт был принят. Это хорошо проиллюстрирует диаграмма (Рисунок 1).

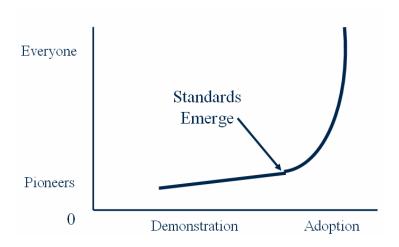


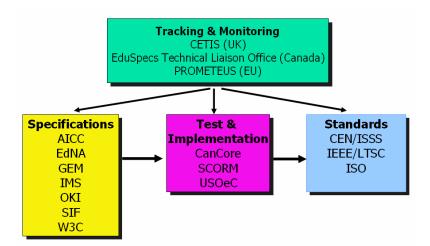
Рисунок 1. Влияние стандарта на распространение технологии. [http://www.sesdl.scotcit.ac.uk/seminars/e\_walker.ppt#428,2,Why Do Standards Matter?]

С момента появления какой-либо технологии, ее распространение и принятие широкими кругами производителей продвигается очень медленно. Но после стандартизации кривая количества разработчиков принявших технологию резко поднимается вверх. Примеров тому множество, особенно на рынке инфотехнологий. Можно вспомнить битву разработчиков стандартов для носителей *DVD RW*. Разные группы производителей предлагали собственные решения, не желая уступать друг другу. В течение нескольких лет мало кто из производителей рисковал начать массовый выпуск подобных устройств. Единичные модели выпускались мизерными тиражами и стоили неоправданно дорого. В конце концов, когда появились примиряющие и объединяющие стандарты, рынок прорвало как плотину, и потребитель получил большой выбор по разумной цене.

Спецификации и стандарты в *обучении* разрабатываются для того, чтобы упростить описание, упаковку, последовательность и доставку учебного содержания, процесс обучения и получение информации обучающимися. Стандарты в образовании необходимы для того, чтобы:

- Предотвратить "запирание" содержания в собственных обучающих системах;
- Иметь уверенность в том, что содержание может быть многократно использовано;
- Позволить преподавателям обмениваться информацией и материалами;
- Обеспечить эффективное управление данными;
- Предоставить подробную отчетность о процессе обучения;
- Облегчить реализацию интероперабельности (*CETIS*, 2004).

Каким образом возникают спецификации для образования, и какой путь они проделывают для того, чтобы стать стандартом? Ответ на этот вопрос проиллюстрирован на схеме (Рисунок 2).



Pисунок 2. Путь от спецификации к стандарту. (Некоторые организации играют несколько ролей) [http://www.openschool.bc.ca/courses/papers/elearning\_standards.ppt#448,19,Slide 19]

Перечисленные на рисунке организации можно выделить в отдельную схему, которая иллюстрирует прохождение спецификаций *IMS* через разные организации (Рисунок 3).

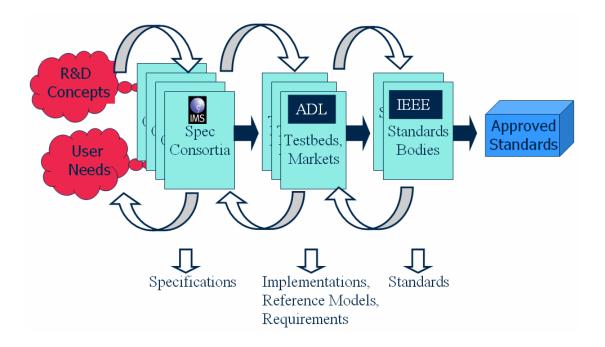


Рисунок 3. Эволюция спецификаций IMS. (http://www.sesdl.scotcit.ac.uk/seminars/e walker.ppt#436,3,How do Standards Evolve?)

Как уже было замечено выше, первые идеи появляются исходя из потребностей в технологии в определенных кругах пользователей. Эти потребности в IMS тщательно изучаются, наравне с тем, что сделано другими специалистами в области  $R\&D^9$ . На основании анализа этих знаний консорциум IMS разрабатывает первые спецификации. Из рисунка понятно, что данный процесс не является одношаговым и односторонним, спецификации разрабатываются в тесной кооперации с другими разработчиками и пользовательскими группами, подробнее этот процесс будет описан в следующей части.

Готовые спецификации передаются на рассмотрение в  $ADL^{10}$ .  $ADL - Advanced\ Distrib$ uted Learning, это еще одна организация, занимающаяся адаптацией стандартов для распределенного обучения. Созданная одновременно с ІМЅ в 1997 году министерством обороны США, эта организация известна не только разработкой собственных спецификаций, но и интеграцией спецификаций от других групп, таких как IMS, CEN/ISSS WS-LT, Dublin Core Metadata Initiative и других организаций 11. В задачи ADL входит тести-

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> Research and Development — исследования и разработки.

<sup>&</sup>lt;sup>10</sup> Advanced Distributed Learning [http://www.adlnet.org].

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> Полный список организаций-партнеров ADL насчитывает 144 организации. [http://www.adlnet.org/aboutadl/partners/Industry.cfm]

рование, синхронизация и адаптация разных спецификаций между собой и на этой основе последующая выработка эталонной модели (reference model). Разумеется, в течение этого этапа ADL активно сотрудничает со всеми авторами спецификаций. Полученная в результате эталонная модель передается на рассмотрение в институт  $IEEE^{12}$ , являющийся самой авторитетной организацией по инженерным и электронным стандартам. И только по прошествии последнего этапа, в течение которого сотрудничают в основном IEEE и ADL, может быть выпущен финальный, всемирно признаваемый стандарт.

Не смотря на то, что спецификации *IMS* еще довольно молоды, а процесс их стандартизации пока даже не находится в заключительной стадии, многие разработчики хорошо понимают их перспективность и используют не взирая на отсутствие окончательной стандартизации. Примером тому может послужить факт, что спецификации *Question* and *Test* были загружены с web сайта *IMS* в течение 2004 года 44 тысячи раз (приблизительно 120 загрузок в день).

## 2.3 ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ СПЕЦИФИКАЦИЙ В ІМЅ

Прежде чем рассмотреть наиболее интересные в контексте данной работы спецификации, необходимо коротко описать внутренний процесс разработки, используемый в *IMS*. В процессе работы над спецификациями *IMS* активно привлекает к совместному сотрудничеству

- Консорциумы, работающие в общей области интересов;
- Правительственные комитеты;
- Организации, занимающиеся распределенным обучением;
- Поставщиков образовательного контента (content providers);
- Ученых и научные лаборатории;
- Коммерческих разработчиков.

<sup>&</sup>lt;sup>12</sup> Institute of Electrical and Electronics Engineers [http://www.ieee.org]

Документы спецификации можно разделить на четыре категории, каждая из которых относится к определенному временному периоду:

- 1. Scope обрисовывается круг основных проблем и задач;
- 2. *Base* появляется первый документ-набросок для внутреннего использования;
- 3. *Public Draft* спецификация впервые публикуется, при этом подчеркивается, что она в данный момент еще находится в стадии разработки;
- 4. *Final Release* спецификация публикуется в окончательном варианте и передается для дальнейшего процесса стандартизации другим организациям.

Внутренний процесс разработки (Рисунок 4) многократно протекает по замкнутому циклу.

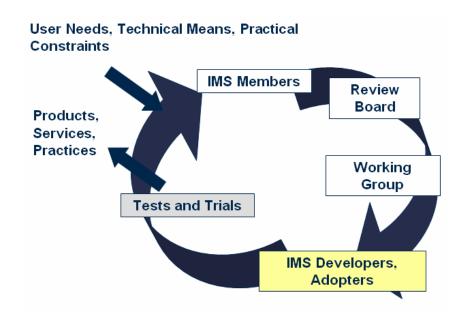


Рисунок 4. Внутренний цикл разработки спецификации [http://www.sesdl.scotcit.ac.uk/seminars/e\_walker.ppt#429,5,What Does IMS Do?]

Как видно из иллюстрации, потребности пользователей и практические ограничения выносятся на обсуждение ассоциированных членов *IMS*. Результаты этого обсуждения становятся основой для работы комитета *Review Board*, задачами которого являются одобрение поставленных задач, обзор существующих проблем и выработка стратегии. На основании документов, полученных от комитета, рабочая группа приступает к разработке спецификаций. По мере их подготовки они выносятся на обсуждение и тестирование, после чего снова обсуждаются на открытом техническом форуме. Процесс

разработки может проходить данный цикл многократно, до тех пор, пока все его участники не будут полностью удовлетворены текущими результатами.

## 2.4 СПЕЦИФИКАЦИИ IMS, СВЯЗАННЫЕ С *QTI*

Как уже было отмечено, деятельность консорциума направлена на разработку системы базовых стандартов и спецификаций, описывающих требования к элементам учебного процесса в среде новых образовательных технологий. В настоящее время *IMS* активно занимается реализацией спецификаций, которые логически подчиняются 6 группам интересов:

- 1. Question & Test Interoperability (Интероперабельность вопросов и тестов опубликована 05/2000);
- 2. Content Management (Управление содержимым электронных ресурсов);
- 3. *Content Packaging* (Упаковка содержимого электронных ресурсов опубликована 05/2000);
- 4. *Content Meta-Data* (Метаданные содержимого электронных ресурсов опубликована 10/1999);
- 5. Enterprise Interoperability (Интероперабельность в промышленности опубликована 11/1999);
- 6. Learner Information (Информация об обучающемся).

Несмотря на большое количество отдельных разработанных спецификаций, наиболее популярными являются следующие:

- IMS Content Package стандартизация форматов и принципов разработки учебных материалов;
- IMS Questions and Tests Interoperability стандартизация контроля знаний;
- *IMS MetaData* стандартизация описания учебных материалов;
- IMS Digital Repositories стандартизация форматов хранения и поиска учебной информации.

Ниже приводится краткий обзор трех спецификаций, имеющих непосредственное отношение к спецификации *QTI*. Первой рассматривается спецификация *IMS Content Package*, которой необходимо руководствоваться для упаковки тестов и сопутствую-

щих им медиа. Далее приводятся краткие характеристики спецификации *IMS MetaData*. Руководствуясь этими спецификациями, создатели тестов могут снабжать свои учебные материалы метаданными, которые предназначены для автоматизации обработки тестов в системе. Третья спецификация, которой уделяется внимание в данной части, называется *IMS Digital Repositories*. Данная спецификация имеет прямое отношение к обмену тестами, поскольку описывает протоколы, использующиеся для доступа к большим хранилищам данных. Однако, в связи с тем, что данная работа больше сфокусирована не на протоколах, а на форматах передачи данных, далее в работе данная спецификация рассматриваться не будет.

Поскольку *IMS Questions and Tests Interoperability* является главной спецификацией рассматриваемой в данной работе, ей будет посвящена отдельная и более подробная часть.

#### 2.4.1 IMS CONTENT PACKAGE

IMS Content Package представляет возможности для описания и упаковки учебных материалов, например, отдельных курсов или их коллекции, в интероперабельные легко распределяемые «блоки» за счет описания состава, структуры и расположения онлайновых учебных материалов с указанием типа контента (Ю. Хохлов, С. Арнаутов, 2003).

Спецификация *IMS Content Packaging Specification* разработана в конце 2000 г. Совместимость учебных средств и систем обеспечивается применением специального формата (*IMS Content Packaging XML format*<sup>13</sup>), основанного на языке разметки *XML*. Спецификация определяет функции описания учебных материалов, в том числе отдельных курсов и наборов пособий, в *пакеты* для систем обучения, поддерживающих концепции *IMS* (И. Норенков, 2002).

Спецификация рассчитана на производителей контента, продавцов обучающих систем, компьютерных платформ и провайдеров обучающих служб. Обучающие материалы описываются и упаковываются с использованием формата *XML*, что позволяет добиться интероперабельности с любыми приложениями и инструментами, поддерживающими эту спецификацию. В настоящее время спецификация поддерживается многими ве-

\_

<sup>13</sup> IMS Content Packaging XML Binding

дущими производителями и поставщиками платформ и контента для дистанционного обучения (Ю. Хохлов, С. Арнаутов, 2003).

Пакеты (дистрибутивы) снабжаются сведениями, называемыми манифестом<sup>14</sup>, о структуре содержимого, типах фрагментов, размещении учебных материалов (Рисунок 5). Манифест представляет собой иерархическое описание структуры со ссылками на файлы учебного материала. Каждый учебный компонент, который может использоваться самостоятельно, имеет свой манифест. Из манифестов компонентов образуются манифесты интегрированных курсов.



Рисунок 5. Структура пакета *IMS Content Package*. [http://www.engineer.bmstu.ru/resources/science/02 01 002.htm# Toc26091614]

Package Interchange File — это отдельный файл, например ZIP, JAR или CAB, который содержит в себе файловую директорию. В корне этой директории находится файл IMSmanifest.xml, а в отдельных директориях могут находиться физические файлы, описанные в манифесте. Являющийся корнем <manifest> — это обязательный XML элемент, описывающий сам пакет. Не обязательными секциями манифеста являются:

- <metadata> элемент, описывающий манифест целиком;
- < organizations > элемент, описывающий содержание организаций, входящих в манифест;
- < resources > элемент, ссылающийся на актуальные ресурсы, медиа-элементы и физические файлы.
- (sub)<manifest> один или более, логически внедренных манифестов.

 $<sup>^{14}</sup>$  Манифест (*manifest*) — *XML* файл, содержащий в себе описание всех метаданных и ресурсов, необходимых для теста, а также путей к ним. При создании помещается в упаковку, носит имя *imsmanifest.xml*.

Структурное описание пакета может выглядеть так:

- manifest
  - O metadata
  - O organizations
    - ♦ organization
      - item (items reference resources)
        - item
  - O resources
    - resource
      - file
  - O manifest
  - O (sub-manifests of included sub-packages)

Эта структура была выбрана, поскольку она проста, легко реализуема и позволяет каждой организации размещать элементы в любом необходимом для нее порядке.

Структура файла манифеста определяется реализуемой *IMS* схемой, которую можно загрузить с сайта *IMS*. Более подробное описание схемы и файловой системы, а также правил упаковки будет рассмотрено в практической части работы на примерах конкретных упаковок <sup>15</sup> (Часть 4.3).

#### 2.4.2 IMS METADATA

Описание метаданных в документе *IMS Learning Resource Meta-Data Information Model* базируется на соответствующем документе, разработанном в *IEEE LTSC*  $(P1484.12)^{16}$ .

Представляет функциональности для описания и упаковки учебных материалов, например, отдельных курсов или их коллекции, в интероперабельные легко распределяемые «блоки» за счет описания состава, структуры и расположения онлайновых учебных материалов с указанием типа контента. Одна из главных задач снабжения учебных материалов метаданными состоит в упрощении реализации автоматической обработки внутри систем управления.

<sup>15</sup> Упаковка (*package*) — оболочка для продукта. В контексте рассматриваемой темы, архивный файл, в который упаковываются все данные, метаданные, медиа и манифест.

<sup>16</sup> Position Statement on 1484.12.1 - 2002 Learning Object Metadata (LOM) Standard [http://ltsc.ieee.org/news/20021210-LOM.html]

Спецификация определяет элементы метаданных и их иерархическую соподчиненность. В их число входят различные элементы, характеризующие и идентифицирующие данный учебный материал. Всего в спецификации выделено 89 элементов (полей), причем ни одно из полей не является обязательным.

Примерами элементов метаданных могут служить идентификатор и название материала, язык, аннотация, ключевые слова, история создания и сопровождения материала, участники (авторы и спонсоры) создания или публикации продукта, его структура, уровень агрегации, версия. Сюда же относятся технические данные – формат, размер, размещение, педагогические особенности, тип интерактивного режима, требуемые ресурсы, ориентировочное время на изучение, цена, связь с другими ресурсами, место в таксономической классификации и др.. Каждый элемент описывается такими параметрами, как имя, определение, размер, упорядоченность, возможно указание типа данных, диапазона значений, пояснение с помощью примера (И. Норенков, 2002).

Спецификация *Meta-Data* рассчитана на производителей контента, продавцов обучающих систем, компьютерных платформ и провайдеров обучающих служб. Обучающие материалы описываются и упаковываются с использованием XML-формата, что позволяет добиться интероперабельности с любыми приложениями и инструментами, поддерживающими эту спецификацию (Ю. Хохлов, С. Арнаутов, 2003).

#### 2.4.3 IMS DIGITAL REPOSITORIES

Назначение спецификации *IMS Digital Repositories Interoperability* - унифицировать интерфейс между различными наборами ресурсов - базами учебных материалов (репозиториями), используемыми в разных обучающих системах. Обращаться к репозиториям могут разработчики курсов, обучаемые, администраторы репозиториев, программные агенты.

Цель спецификации — определить протоколы для интероперабельности между репозиториями. По сути, спецификации описывают то, как программные компоненты обмениваются данными через сеть. Эти технологии в некоторых источниках принято обозначать термином *machine2machine*. Можно отметить, что это единственная спецификация, которая уделяет внимание *передаче данных*, в отличие от остальных, в большей мере ориентированных на формат данных. В спецификации оговорены основные функции обращений к репозиториям. Это функции *помещения учебного* ресурса в базу, *поиска материала* по запросам пользователя, *компиляции учебного пособия*. Система управления репозиторием осуществляет запоминание вводимых данных, доставку и размещение запрошенного материала соответственно запросу. Репозитории могут быть ориентированы на форматы *SQL*, *XML*, *Z39.50*. Формат *Z39.50* используют для поиска библиотечной информации, формат *XQuery (XML Query)* - для поиска *XML*-метаданных, а протокол *SOAP* - для передачи сообщений. Доступ к репозиториям может быть непосредственным или через промежуточный модуль (И. Норенков, 2002).

В спецификации определены сценарии действий пользователей при записи нового материала в репозиторий, при корректировке имеющихся материалов, поиске метаданных как в одном, так и сразу во многих репозиториях, а также в случае посылки запроса по найденным метаданным непосредственно пользователем или программным агентом, заказе извещений на изменения в метаданных.

Спецификация *IMS Digital Repositories* содержит рекомендации по наиболее общим функциям репозитория, которые должны использоваться всеми службами с целью предоставления согласованного единого интерфейса.

В широком смысле, спецификация определяет цифровой репозиторий как любую коллекцию ресурсов, доступных по сети без предварительной информации о структуре коллекции. Она предполагает использование ранее созданных спецификаций (например, *IMS Meta-Data* и *Content Packaging*).

## 2.5 ВЫВОДЫ ИЗ ЧАСТИ 2

- 1. Консорциум *IMS* является авторитетной в мировом масштабе организацией, выполняющей черновую работу по разработке спецификаций будущих стандартов.
- 2. Спецификации *IMS* в основном предназначены для решения проблем интероперабельности в области образования с использованием Интернет. Появление стандартов в этой области даст серьезный толчок к развитию учебных систем с использованием электронных средств во всем мире.

- 3. *IMS* тесно сотрудничает с авторитетными организациями в области международных стандартов, что дает возможность разработчикам уже сегодня использовать их спецификации в своих проектах, не дожидаясь выхода стандартов.
- 4. Большинство спецификаций *IMS* охватывают вопросы формата обмена данными. Исключением является спецификация *IMS Digital Repositories Interoperability*, фокусирующаяся на протоколах *передачи* данных.

# 3 СПЕЦИФИКАЦИЯ QUESTION & TEST INTEROPERABILITY

#### 3.1 НЕОБХОДИМОСТЬ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ

В 1962 году, в лаборатории Стэнфордского университета Дуглас Энгельберт (*Douglas Engelbart*) предложил, а позднее реализовал первый полноценный *текстовый редактор*, с автоматическим размещением текста на странице, поиском, возможностью копирования, вставки и удаления текста (*B. Myers*, 1996). Компьютеры начали использоваться для обработки текстов и написания научных работ практически с момента появления первых коммерческих текстовых редакторов (1965).

Системы электронного обучения получили начало своего развития лишь в середине 90-х годов. Поводом для этого послужила увеличившаяся мощность персональных компьютеров и возможность использования в образовании средства мультимедиа. Использование быстрых процессоров, операционных систем и программного обеспечения с дружественным графическим интерфейсом, возможность проигрывания аудио и видеоматериалов, все это давало специалистам от образования новые возможности, как для подачи материалов, так и для контроля результатов обучения. Одновременно на развитие идей в области электронного обучения повлияла стремительно набирающая популярность служба World Wide Web сети Интернет. Разработчики из университетов, высших школ и коммерческие компании начали разработки собственных систем автоматизации образования.

Развитие продвигалось параллельно по нескольким направлениям, в частности разработка систем управления обучением, авторские средств и систем для тестирования обучающихся.

К концу двадцатого века на рынке присутствовало большое количество предложений готовых решений от коммерческих компаний, не мало проектов было разработано и в стенах учебных заведений. Школы, институты и университеты начали активное внедрение электронного обучения.

С проблемой совместимости или интероперабельности систем впервые начали сталкиваться при необходимости замены системы. Разработчики использовали множество собственных форматов данных, которые не были совместимы между собой. Таким образом, при смене системы перед покупателем стоял выбор — либо нанимать программиста, который сможет конвертировать данные, либо вводить данные заново. Причем первый вариант не был более простым, поскольку данные разных систем могли отличаться не только форматом файлов, но, что гораздо более трудно исправить, отличались по своей логической архитектуре.

Описанная ситуация является лишь одним примером проблемы из множества возможных, возникающих из-за несовместимости способов хранения данных. Можно также представить, насколько сложно обмениваться материалами двум учебным заведениям, использующим разные системы. Подобная необходимость может возникнуть при обмене студентами, программами и преподавателями.

Наиболее распространенная и популярная форма оценки знания учащимися с использованием компьютеров — компьютерные тесты. Тесты позволяют в течение ограниченного отрезка времени объективно оценивать знание большой группы учащихся. Разработать вопросы и ответы для тестов гораздо проще, чем разработать электронное учебное пособие. Не удивительно, что именно тестирующие программы среди преподавателей пользуются популярностью.

Уже в первых тестовых системах разработчики столкнулись с задачей оптимизировать ввод данных. На первом этапе еще не существовало потребности переносить данные из одной системы в другую, необходимо было организовать продуктивный ввод-вывод данных в самой системе. К примеру, некоторые системы позволяли автору тестов создавать их, используя определенные правила, в обычном текстовом редакторе, а затем загружать в систему. Или наоборот, получать из системы набор тестов в виде текстового файла. На этой основе появилось несколько собственных форматов, в частности в таких популярных системах, как  $WebCT^{17}$  и  $Blackboard^{18}$  (интересно отметить предстоящее объединение этих двух компаний, объявленное в октябре 2005 г). Эти форматы, безусловно, являются полезными, поскольку они позволяют организовывать как

<sup>&</sup>lt;sup>17</sup> WebCT, Inc. [http://www.webct.com]

<sup>&</sup>lt;sup>18</sup> Blackboard Inc. [http://www.blackboard.com/us/index.aspx]

ввод данных, так и резервное копирование в рамках локальной системы. Однако данные форматы не используют структурированные данные и, это обстоятельство не позволило им претендовать на роль стандартов.

В течение какого-то времени вновь появлявшиеся системы от новых разработчиков объявляли свою совместимость с этими популярными форматами. Однако растущая популярность обучающих и тестовых систем потребовали более универсального подхода. Потребность использовать одно содержание в разных тестовых системах и производить между этими системами обмен данными, а также появление структурированного языка обмена данными *XML* положило начало разработкам спецификаций *QTI* в рамках проекта *IMS*.

#### 3.2 КРАТКАЯ ИСТОРИЯ

Прообраз спецификации *Question & Test Interoperability (QTI)* был впервые предложен для обсуждения в марте 1999 года и имел версию 0.5. На тот момент спецификация еще не носила своего имени, которое получила в ноябре 1999 года, с увеличением версии до 1.0. В феврале 2000 ей придается статус черновой спецификации, а в мае того же года статус финального релиза.

Спецификация расширялась и обновлялась дважды, в марте 2001 года и в январе 2002-го. В тот же год с web-сайта IMS было загружено 6000 копий спецификации. С этого момента IMS начала получать обратную связь от самых разных организаций. Благодаря подробному обсуждению спецификаций в марте 2003 года появились новые обновления, опубликованные под версией 1.2.1. Некоторые решения не были обратно совместимы с предыдущей версией, поскольку охватывали более фундаментальные понятия и нуждались в более подробном рассмотрении, чем это делалось ранее.

С тех пор, как спецификации *QTI* были впервые реализованы, количество публикуемых *IMS* спецификаций сильно выросло. Работа над такими спецификациями, как *Content Packaging*, *Simple Sequencing* и, в последнее время, *Learning Design*, потребовали перекрестного пересмотра уже существующих спецификаций. В сентябре 2003 года появляется *QTI* версии 2.0, в статусе черновой спецификации. Основное внимание в ней уделялось гармонизации с параллельными спецификациями. Для упрощения реализации и избежания конфликтов с первой версией, в спецификации существуют некоторые жесткие ограничения на реализацию. Однако, несмотря на это, основные производители

программного обеспечения совместимого с *QTI* до сих пор используют успевшую распространиться и ставшую довольно популярной версию 1.2. Поскольку все рассматриваемые в данной работе пакеты используют именно эту версию спецификации, во избежание недоразумений в дальнейшем описании структуры спецификации также используется версия 1.2.

*IMS QTI* специально предназначена для поставщиков электронного содержания — авторов и публикаторов, разработчиков авторских средств, систем управления контентом, систем дистрибуции тестов и обучающих систем. Модель данных представляет содержание, основанное на тестах и предназначена для обучения, образования и тренинга во всех областях и национальных контекстах (*An Overview*, *IMS OTI* 1.2, 2002).

## 3.3 СТРУКТУРА СПЕЦИФИКАЦИИ

Спецификация состоит из нескольких отдельных документов (*An Overview*, *IMS QTI* 1.2, 2002):

- 1. *QTI Overview* ознакомительный документ, предназначенный для обзора всех остальных документов, входящих в спецификацию.
- 2. *ASI* Information Model главный архитектурный документ, описывающий варианты использования (use cases), структуры данных и контроль за обработкой.
- 3. ASI XML Binding главный документ связанный со структурой данных, описывает способы реализации информационной модели ASI на основе XML. Предлагаются схемы описания элементов (ims\_qtiasiv1p2.xsd and ims\_qtiasiv1p2.dtd) с подробным анализом всех предусмотренных элементов.
- 4. ASI Best Practice & Implementation Guide документ, знакомящий со спецификацией на основе множества представленных примеров XML файлов.
- 5. ASI Selection & Ordering Specification документ описывает порядок контроля за вложением данных. Рекомендуется как дополнительный источник информа-

<sup>&</sup>lt;sup>19</sup> ASI — Assessment, Section, Item

ции к ASI Information Model. Описывается информационная модель, привязка к XML, а также даются примеры реализации.

- 6. ASI Outcomes Processing Specification документ описывает, каким образом возможна реализация начисления оценки и доставки информации о результатах теста. Дается подробное описание нескольких поддерживаемых алгоритмов оценки.
- 7. Results Reporting Information Model документ описывает структуры данных и контроль обработки результатов тестов.
- 8. Results Reporting XML Binding документ описывает реализацию привязки к XML информационной модели Results Reporting.
- 9. Results Reporting Best Practice Guide документ, знакомящий с практической реализацией информационной модели Results Reporting на основе множества представленных примеров XML файлов.
- 10. QTILite Specification данный документ является отдельной спецификацией. В нем описаны компоненты, которые необходимы для конструирования простейшей формы QTI совместимой системы. QTILite поддерживает только задания типа multiple-choice и ограничен лишь одним способом визуализации классическим выбором из набора ответов. QTILite предназначен для облегчения изучения спецификаций без углубления в расширенные возможности и рекомендуется для начинающих.

Из вышеперечисленных в данной работе основное внимание уделено документам с первого по четвертый, а также шестому. Документы, описывающие способы обмена результатами тестов выходят за границы рассматриваемой темы. Перечисленная в пятом пункте спецификация *QTILite* в настоящей работе также не рассматривается в связи с тем, что она не охватывает все интересующие для рассмотрения типы вопросов.

### 3.4 ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В данной части рассматриваются варианты практического использования *QTI* спецификации, и описывается терминология. Для того чтобы определиться с процессами, в которых используются спецификации,  $IMS\ ASI$  определяет три базовых понятия  $Assessment,\ Section,\ Item\ --ASI.$ 

Item (элемент, задание<sup>20</sup>) — комбинация вопросов, визуализация и информация о результатах. В одном экземпляре XML может присутствовать одно и более заданий. Задание — это минимальная единица данных, которой можно обменяться при помощи IMS QTI. Задание — это больше чем вопрос, поскольку кроме вопроса оно содержит инструкции по презентации/визуализации, способы применяемой обработки ответов, обратную связь, которая может быть представлена в виде подсказок и заключений и метаданные, описывающие само задание.

Section (секция) — коллекция, состоящая из нуля или более элементов и/или других секций, помещающаяся в экземпляр *XML*. Секция может содержать любой набор других секций и заданий, главное назначение секций — группировка заданий согласно образовательной парадигме.

Assessment (*mecm*) — коллекция, состоящая из одной или более секций. Внутри одного файла *XML* может содержаться только один *mecm*. Тест содержит инструкции необходимые для очередности заданий и составные значения оценки для всех заданий, необходимые для получения финальной оценки.

<sup>&</sup>lt;sup>20</sup> Термин *Item* переводится на русский язык так же, как и слово *element*. Во избежание недоразумений, автор в данной работе каждый раз указывает, о каком элементе идет речь, либо предлагает для обозначения термина *Item* слово *Задание*. В действительности, русское смысловое значение слова *Задание* может включать в себя вопрос, ответы, способы визуализации и способы оценивания результата — все понятия, которые включены в термин *Item*.

Структуры данных ASI, которые могут быть переданы, используя IMS QTI, изображены на схеме (Рисунок 6). Как можно заметить, спецификация позволяет достаточно свободное вложение элементов теста в секции и тесты, при соблюдении соответствующих правил вложения.

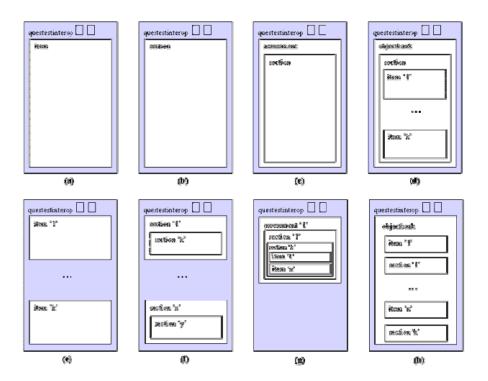


Рисунок 6. Структуры данных *ASI*, которые могут быть переданы, используя *IMS QTI* [http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti\_oviewv1p2.html#1399143]

Использование спецификаций на практике и основные роли проиллюстрированы с помощью *UML* диаграммы (Рисунок 7).

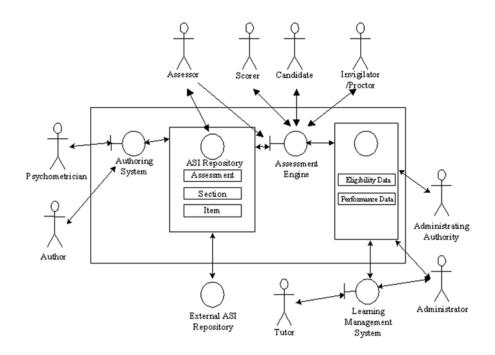


Рисунок 7. Использование элементов (assessments) и тестов (assessment item) в обучающей системе [http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti asi infov1p2.html]

Диаграмму можно условно поделить на две части, верхнюю и нижнюю. Это разделение происходит вокруг главных объектов — *заданий* (*item*) и состоящих из *заданий* тестов (*assessment*). Все остальные участники процесса, так или иначе, вступают с ними во взаимодействие.

Автором (*author*) заданий, как правило, является одна личность, но в некоторых случаях возможны варианты группового авторства. Автор абстрагирован от доставки и хранения заданий. Его работа с ними происходит посредством взаимодействия с авторскими инструментами. Они могут быть реализованы, как специально разработанное программное обеспечение с оригинальным интерфейсом и инструментарием, но, во многих случаях их интерфейс реализуется через web браузер.

Готовые *задания* размещаются в банке (ASI Repository) — системе для сбора и обслуживания коллекции заданий.

Как альтернатива, возможен вариант размещения тестов в обучающей системе (*Learning Management System*), обеспечивающий прямое взаимодействие с *обучающимся* (в данной спецификации — *candidate*). В таком случае *задание* становится частью интерактивного взаимодействия и координируется *преподавателем* (*tutor*).

В классическом случае тесты комплектуются из заданий и доставляются обучающемуся при помощи системы доставки тестов (assessment Engine). Такая система обычно имеет как механизм доставки тестов, так и систему отчетов, которая может доставлять результаты тестирования обучающемуся, проверяющему (scorer) или лицу, имеющему доступ к результатам, но не являющемуся обучающимся (proctor) (ASI Information Model Specification, IMS QTI 1.2, 2002).

## 3.5 ПРОСТОЙ ОБРАЗЕЦ QTI XML

В данной части будет рассмотрен пример реализации базового элемента теста (*задания*) с помощью данных, описываемых языком *XML* и с соблюдением требований спецификаций *QTI*. В примере используется наиболее популярный тип вопроса с множественным выбором (*multiple-choice*) и с простым способом визуализации<sup>21</sup>. Также в данном примере отсутствуют форматирование текста, использование медиа и метаданных. Это сделано для того, чтобы познакомиться со структурой данных, не отвлекаясь на второстепенные вспомогательные элементы.

На приведенной ниже иллюстрации (Рисунок 8) помещено типичное изображение визуализации базового элемента (*задания*) типа *multiple-choice*.

Which one of the listed standards committees is responsible for developing the token ring specification?

O IEEE 802.3

IEEE 802.5

O IEEE 802.6

O IEEE 802.11

None of the above.

Рисунок 8. Образец задания *multiple-choice* [http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti asi bestv1p2.html#1403372]

Чтобы разобраться в том, какие данные необходимо передавать при помощи языка *XML*, для начала необходимо проанализировать, какими экранными компонентами и

 $<sup>^{21}\</sup> A\ QTI\ White\ Paper\ from\ IMS\ [http://www.imsglobal.org/question/whitepaper.pdf]$ 

способами визуализации данное задание обладает. Тогда можно будет предположить, какая информация может потребоваться в случае необходимости обмена данными.

В данном примере приведен вопрос с пятью возможными ответами. Порядок вывода на экран первых четырех ответов варьируется каждый раз, когда элемент визуализируется на экране. Порядок следования пятого ответа всегда остается неизменным.

Структуру данных этого вопроса можно представить следующим образом:

- Текст самого вопроса;
- Пять доступных для выбора ответов;
- Информация о присуждаемых очках, недоступная пользователю;
- Возможная обратная связь, предназначенная для пользователя и доступная при условии, что пользователь совершил свой выбор.

Теперь можно рассмотреть листинг XML для данного примера. Как уже упоминалось, данный пример явно упрощен, и в него не входит множество XML элементов, предназначенных для самой обработки XML (декларация, ссылки на схемы и пр.). Примеры, использующиеся в реальности, как правило, несколько сложнее.

Весь документ всегда помещается в стандартном элементе *questestinterop* (Листинг 1), всегда являющимся главным элементом и существующим только в единственном экземпляре. Его первыми дочерними элементами являются *qticomment*, предназначенный для комментариев и *item*, который является отцовским элементом для всех последующих, идентифицируя конкретное *задание*.

#### Листинг 1. Заглавная часть QTI файла

```
<questestinterop>
```

<qticomment>This is a simple multiple choice example. The rendering is a standard radio
button style. Response processing is incorporated.

</gticomment>

<item title="Standard Multiple Choice Item" ident="IMS\_V01\_I\_BasicExample002b">

Как можно понять из листинга, в этой части происходит объявление теста и идентификация задания.

Следующая часть помещена в элемент *presentation>* (Листинг 2). В ней размещаются инструкции о том, что необходимо выводить на экран, то есть инструкции визуализа-

ции. Необходимо заметить, что все описанные в данной части элементы визуализируются до того, как пользователь сделает свой выбор.

#### Листинг 2. Инструкции для визуализации теста

```
cpresentation label="BasicExample002a">
       <material>
              <mattext>Which one of the listed standards committees is responsible for
              developing the token ring specification?
       </material>
       <response lid ident="MCb 01" rcardinality="Single" rtiming="No">
              <render_choice shuffle="Yes">
                     <response label ident="A">
                            <material><mattext>IEEE 802.3</mattext>
                            </material>
                     </response_label>
                     <response label ident="B">
                            <material><mattext>IEEE 802.5</mattext>
                            </material>
                     </response label>
                     <response_label ident="C">
                            <material> <mattext>IEEE 802.6</mattext>
                            </material>
                     </response_label>
                     <response label ident="D">
                            <material><mattext>IEEE 802.11</mattext>
                            </material>
                     </response label>
                     <response label ident="E" rshuffle="No">
                            <material><mattext>None of the above.</mattext>
                            </material>
                     </response label>
              </render_choice>
       </response_lid>
</presentation>
```

Элемент *<material>* является стандартным элементом *QTI XML*, в который помещаются дочерние элементы, предназначенные для вывода на экран. Все, что должно выводиться на экран, всегда содержится в элементах *<material>*. В данном примере этот элемент встречается несколько раз. В первый раз он предназначен для вывода на экран вопроса *задания*. Вопрос *задания* не несет никакой логической нагрузки, кроме задачи этот вопрос пользователю продемонстрировать. В то же время ниже можно увидеть, что тот же элемент *<material>* используется также и для вывода возможных ответов. В этом случае мы имеем дело с элементом, помещаемым внутрь элемента идентификатора *<response\_label>*, который имеет значение для определения верного ответа. Внутрь элемента *<material>* должен быть добавлен один из восьми обязательных или двух необязательных элементов, обозначающих тип используемых медиа — текста, изображения, аудио, видео и других. В представленном примере используется элемент *<mattext>* для простого текста.

Элемент < response\_lid > идентифицирует тип вопроса, как вопрос с множественным выбором. А элемент < render\_choice > указывает на то, что это задание должно быть визуализированно как стандартное задание Standard Multiple Choice (более подробно типы вопросов и способы визуализации рассматриваются в части 3.6.1 — ТИПЫ ОТ-ВЕТОВ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ).

Ответы для выбора пользователя помещаются в элемент <response\_lid>, который имеет дополнительные атрибуты — 'reardinality', указывающий на то, что количество выбранных ответов может быть равно только единице, 'rtiming', который указывает, необходимо ли ограничивать время ответа и уникальный идентификатор 'ident', который необходим для последующей обработки ответов именно из этого набора.

Значение "Yes" атрибута 'shuffle' элемента <render\_choice> указывает на то, что порядок следования ответов необходимо перемешивать при выводе на экран. При этом для последнего ответа в элемент <response\_label> добавлен элемент <rshuffle> со значением "No", что указывает на необходимость выводить материал, заключенный в этот элемент всегда в последнюю очередь. Также каждый элемент <response\_label> содержит атрибут 'ident', значение которого является уникальным идентификатором ответа, учитывается при анализе выбора пользователя и не выводится на экран.

Третья часть, заключенная в элемент *<resprocessing>* (Листинг 3), предназначена для того, чтобы передать системе информацию о том, как обрабатывать ответы пользователя.

#### Листинг 3. Инструкции обработки результатов теста

Все необходимые для подсчета результатов теста переменные объявляются в элементе *<outcomes>*. Сначала в элементе *<decvar>* объявляется целочисленная переменная *Integer*, и ей присваивается значение по умолчанию равное нулю. Это значит, что количе-

ство очков, получаемое за выбор любого ответа изначально (до действий пользователя), будет равным нулю.

Элемент <*respcondition*> содержит в себе собственно логический тест, применяемый к ответам пользователя, назначение значения ассоциированной переменной результативного балла и идентификацию обратной связи с пользователем.

В элементе *«varequal»* размещается атрибут *'respident'*, указывающий на идентификатор группы ответов, которая будет обрабатываться, а внутрь элемента *«varequal»* помещается идентификатор ответа, который должен интерпретироваться как верный. Элемент *«setvar»* устанавливает переменную для указанного ответа равной единице. Это значение переменная примет в случае выбора правильного ответа, а по окончании теста, в случае необходимости, значение будет передано в систему хранения отчетов.

Последняя часть, помещенная в элемент *<itemfeedback>* (Листинг 4), предлагает текст, выводящийся на экран в качестве обратной связи в случае выбора правильного (а при необходимости, возможно и неправильного) ответа.

#### Листинг 4. Инструкции для обратной связи с пользователем

Как можно заметить, *XML* описание теста является с одной стороны, хорошо подуманной и структурированной, а с другой может показаться не очень сложной для написания. Тем не менее, необходимо отметить, что данный пример является упрощенным примером одного задания с множеством ответов. Более сложные типы заданий подразумевают более сложные способы, как визуализации, так и обработки. В то же время в одном файле можно передавать множество разных заданий.

Следующая часть предназначена для более детального рассмотрения реализации передачи тестов с помощью XML, а также некоторые связанные с ней проблемы.

## 3.6 IMS ЭЛЕМЕНТЫ (ЗАДАНИЯ)

Элементы тестов или задания (items) это минимальные, неделимые части данных, из которых составляются тесты (assessments). Элементы, с точки зрения QTI — это набор

*интеракций*, возможно даже пустой, собранный совместно с любым дополняющим материалом и дополнительным набором правил для последующей обработки. Если попытаться объяснить это простым языком, то элементом можно назвать некий минимальный набор, состоящий из вопроса, ответов, способов визуализации, правил обработки ответа учащегося и сопутствующих метаданных.

Задания в QTI могут иметь несколько типов. Они могут содержать в себе вопросы, обработку ответов, обратную связь или динамические способы выборки вопросов в течение теста. Однако, в особо сложных случаях, когда задание включает в себя полный тест, включающий инструкции, стимулирующие материалы и большое количество ассоциированных вопросов, оно не сможет подходить под спецификации OTI.

Задания в связи с используемыми в них вопросами делят на простые (simple) и составные (composite). Составные элементы состоят из множества простых и не рекомендуются к использованию QTI в связи со сложностью последующей обработки результатов. QTI рекомендует в случае наличия составного sadanus разделить его, по возможности, на максимум простых.

#### 3.6.1 ТИПЫ ОТВЕТОВ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Перед рассмотрением примеров наиболее часто употребляемых элементов тестов, необходимо определиться с двумя понятиями, которые напрямую влияют на то, как они визуализируются на экране $^{22}$ .

Первое рассматриваемое понятие – Тип вопроса (*Response-Type*). Согласно таксономии типов вопросов (Рисунок 9), вопрос может быть базовым (*basic*) или составным (*composite*). Базовые вопросы могут содержать только один тип ответа. Составные вопросы подразумевают использование сложной, скомпонованной серии ответов, являющихся по отдельности обычными ответами базового типа.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>22</sup> A Response-Type Taxonomy. ASI Information Model Specification
[http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti\_asi\_infov1p2.html#1415711]

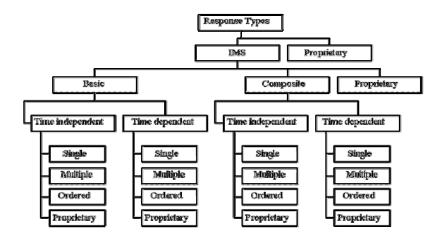


Рисунок 9. Таксономия типов ответов
[http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/images/imsqti asi infov1p22.gif]

Серия из таких ответов, как правило, представляет собой цепочку взаимоотношений между ними, выстраивающую в конечном итоге тематический элемент. Далее, и базовый, и составной типы делятся на зависимый и независимый от времени. Этот параметр влияет на то, должна ли система в процессе ответа на вопрос учитывать время, потраченное на ответ. Последнее разделение происходит по подтипам одиночный, множественный или упорядоченный ответ (Single, Multiple, Ordered). В случае одиночного подтипа, каждый вопрос может содержать только один правильный ответ. Множественный подтип дает возможность иметь один и более правильных ответов. Упорядоченный подтип предполагает важность последовательности ответов.

Второе, не менее важное понятие, вносящее дополнительную сложность в спецификацию, это тип визуализации. Каждый тип ответа можно представить на экране с помощью одного или нескольких типов визуализации. Рассмотрим иллюстрацию (Рисунок 10), на которой изображен визуализированный элемент.

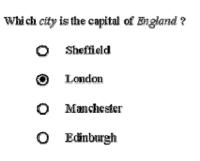


Рисунок 10. Стандартная текстовая визуализация вопроса типа *Multiple choice* [http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti\_asi\_infov1p2.html#1415805]

Здесь ответы на вопрос, "Какой город является столицей Англии" представлены в виде радио кнопок. На следующей иллюстрации (Рисунок 11) показан тот же вопрос, однако вместо текстовой здесь используется визуализация типа *hot-spot*. При таком способе визуализации отвечающий должен выбрать курсором подсвеченное радио кнопкой место на карте.



Which city is the capital of England?

Рисунок 11. Hot-spot визуализация вопроса типа *Multiple choice* [http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti\_asi\_infov1p2.html#1415808]

Информация о типе задания размещается внутри элемента *presentation>* и зависит от того, какой дочерний элемент в него помещен. В частности, схема допускает использование пяти основных типов (Рисунок 12):

- 1. <response\_lid> (lid logical identifier): визуализация в виде выбранных ответов или логических меток;
- 2. < response xy > визуализация ответов в виде координат XY;
- 3. <response str> (str string): визуализация ответов в виде текстовой строки;
- 4. <response num> (num numerical): визуализация ответов в виде числа;
- 5. <*response\_grp*> (*grp group*): визуализация ответов в виде группы логических идентификаторов.

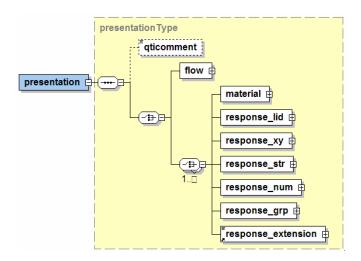


Рисунок 12. Элемент *presentation>* и элементы, отвечающие за визуализацию. Схема сгенерирована пакетом *Altova XML Spy* 

Дополнительно разработчики имеют возможность использовать собственные способы визуализации путем расширения спецификации через элемент < response extension >.

Каждый из перечисленных выше элементов является лишь частью инструкций, касающейся типа задания. Способы визуализации не зависят от этого типа и при использовании одного и того же элемента в разных случаях могут отличаться. Способ визуализации определяется одним из четырех дочерних элементов, выбор которых является во всех пяти случаях одинаковым:

- 1. <render choice> используется классический формат multiple-choice;
- 2. <render hotspot> используется классический формат image hot-spot;
- 3. <render slider> используется динамический слайдер;
- 4. <render fib> (fill-in-blank) используется заполнение полей.

Каждый из этих элементов имеет собственные, различающиеся наборы дочерних элементов, которые окончательно регулируют все нюансы, связанные с визуализацией. В результате варьирования типов и подтипов заданий, а также большого количества возможностей их визуализации, полное описание всех возможных типов еще никто не создал. В этом нет особой необходимости, поскольку большинство этих вариаций вряд ли будут кем-либо востребованы. Таблица соответствий типов ответов, структур данных и часто используемых форматов визуализаций приведена в Приложении 1.

## 3.6.2 ПРИМЕРЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРОСТЫХ ЗАДАНИЙ

Чтобы лучше проиллюстрировать влияние типов вопросов и способов визуализации на то, что пользователь видит перед собой на экране, ниже приводятся примеры наиболее употребляемых, описанных в спецификации QTI заданий. Приводятся не все возможные, а только выборочные примеры, необходимые для понимания основных возможностей визуализации  $3a\partial ahu\ddot{u}$ .

Кроме названия, иллюстрации и краткой характеристики автор дополняет их описание элементами XML, влияющими на внешнее представление. Посмотреть конкретное назначение приведенных XML элементов можно в Приложении 1.

1. Standard Multiple Response (Рисунок 13). Используется для получения нескольких ответов из нескольких возможных. Используются элементы <response\_lid> и <render\_choice>.

hich of the following elements are used to form water?	
$\boxtimes$	Hydrogen
	Helium
	Carbon
$\boxtimes$	Oxygen
	Nitrogen
	Chlorine

Рисунок 13. Standard Multiple Response
[http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti asi bestv1p2.html#1404247]

2. Standard Order Objects (Text) (Рисунок 14). Этот пример иллюстрирует использование не стандартного способа визуализации. Кандидаты на ответ требуется расположить в соответствующем порядке, щелкая по ним мышью. Используются элементы <response\_lid> и <ims\_render\_object>, при помощи которых и реализуется расширение, не описанное в схеме.

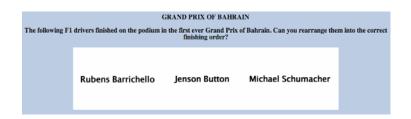


Рисунок 14. Standard Order Objects

[http://www.imsglobal.org/question/qti\_v2p0/imsqti\_implv2p0.html#auxFile.order]

3. Standard Multiple Choice (Рисунок 15). Задача заключается в выборе единственного ответа из группы. Используются элементы <response\_lid> и <render choice>.

Which one of the listed standards committees is responsible for developing the token ring specification?

IEEE 802.3

EEE 802.5

IEEE 802.6

IEEE 302.11

O None of the above.

Рисунок 15. Standard Multiple Choice

[http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti asi bestv1p2.html#1404247]

4. Standard Multiple Choice (Images) (Рисунок 16). Задача, как и в предыдущем примере, заключается в выборе единственного ответа из группы, но в данном случае возможные ответы визуализируются не текстами, а графическими изображениями. Используются элементы <response\_lid> и <render\_choice>.



Рисунок 16. Standard Multiple Choice (Images)
[http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti asi bestv1p2.html#1403738]

5. Multiple Choice with Image Hot Spot Rendering (Рисунок 17). Это задание также похоже на Standard Multiple Choice, но вместо выбора текста необходимо выбрать одну из подсвеченных частей изображения. От предыдущего варианта оно

отличается использованием элемента визуализации. Используются элементы <response lid> u <render hotspot>.

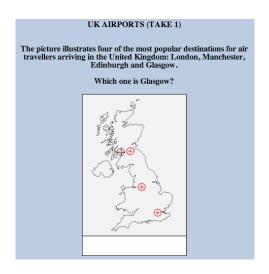


Рисунок 17. Multiple Choice with Image Hot Spot Rendering
[http://www.imsglobal.org/question/qti\_v2p0/imsqti\_implv2p0.html#auxFile.hotspot]

6. *Multiple Choice with Slider Rendering* (Рисунок 18). В данном элементе используется слайдер, обычно для выбора ответа, представленного в числах или процентах. Используются элементы *<response\_lid>* и *< render\_slider>*.

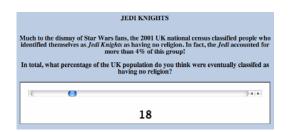


Рисунок 18. Multiple Choice with Slider Rendering [http://www.imsglobal.org/question/qti\_v2p0/imsqti\_implv2p0.html#auxFile.slider]

7. *Standard Fill-in-Blank (Text)* (Рисунок 19). Этот тип задания предлагает пользователю предложить собственный ответ, обычно напечатав его в пустующее поле. И тип вопроса, и способ визуализации указывают на использование текста. Реализуется элементами *<response str>* и *<render fib>*.

# RICHARD III (TAKE 3) Identify the missing word in this famous quotation from Shakespeare's Richard III. Now is the winter of our discontent Made glorious summer by this sun of York And all the clouds that lour'd upon our house In the deep bosom of the ocean buried.

Рисунок 19. 7. Standard Fill-in-Blank (Text) [http://www.imsglobal.org/question/qti\_v2p0/imsqti\_implv2p0.html#auxFile.textEntry]

8. Standard Short Answer (Рисунок 20). Предназначен для введения пользователем расширенных ответов, как правило, в свободной форме. QTI поддерживает этот тип элемента, но не имеет средств для обработки ответов. В этом случае необходимо либо участие человека, либо не стандартное программное решение. В данном примере, как и в предыдущем, используются элементы <response\_str> и <red-render\_fib>.

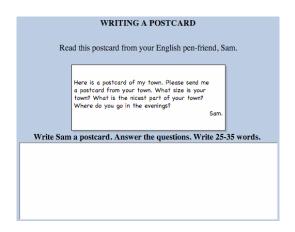


Рисунок 20. Standard Short Answer [http://www.imsglobal.org/question/qti\_v2p0/imsqti\_implv2p0.html#auxFile.extendedText]

9. Connect-the-Points (Рисунок 21). Предоставляет возможность соединить точки линиями в правильном порядке. Реализуется элементами <response\_xy> и <render hotspot>.

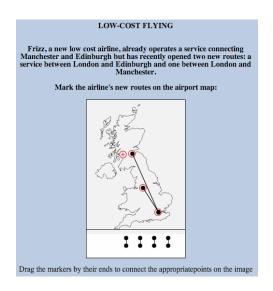


Рисунок 21. 9. Connect-the-Points
[http://www.imsglobal.org/question/qti v2p0/imsqti implv2p0.html#auxFile.graphicAssociate]

10. Standard Fill-in-Blank (Decimal) (Рисунок 22). Похож на Standard Fill-in-Blank (Text), но вместо текста необходимо ввести в поле число. Реализуется элементами < response\_num> и < render\_fib>.

Give the value of  $\pi$  to three decimal places:

Рисунок 22. Standard Fill-in-Blank (Decimal)
[http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti\_asi\_bestv1p2.html#1466669]

11. *Drag-and-Drop (Images)*. (Рисунок 23). Необходимо разместить объекты в правильных областях изображения. Реализуется элементами *<response\_grp>* и расширением *< render\_extension>*.

Place the text markers inside the relevant boxes to identify the planets of our solar system.

A point will be awarded for every correct answer.

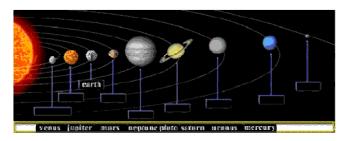


Рисунок 23. Drag-and-Drop (Images)
[http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti\_asi\_bestv1p2.html#1409410]

В данном перечне было представлено только 11 примеров, но и они хорошо иллюстрируют многообразие типов вопросов и способов их визуализации. Это многообразие ставит перед разработчиками множество проблем. Совершенно очевидно, что невозможно, а зачастую и нет необходимости в создании системы, которая умела бы корректно визуализировать все возможные, описанные в спецификации типы заданий. И даже если бы была создана такая система, позволяющая реализовывать все типы заданий и способы визуализации, описанные в спецификации, то и тут не обошлось бы без проблем, поскольку спецификация допускает также использование собственных, не стандартизированных способов, реализуемых в виде расширений.

Попытка упростить задачу предпринята в спецификации *QTI* версии 2. Здесь вместо использования конкретных элементов *XML*, диктующих способ визуализации применяется язык *XHTML*, детально описывающий визуализацию собственными тегами в сочетании со стилями *CSS* и исключающий разночтения. Правда, в этом подходе тоже имеются недостатки, поскольку в случае реализации тестов в системе, не использующей *XHTML* необходима трансляция. Кроме того, версия 2 спецификации еще молода (финальная версия опубликована в январе 2005 г.), и большинство систем в настоящее время используют версию 1.2.

# 3.7 ВЫВОДЫ ИЗ ЧАСТИ 3

1. Стандарты интероперабельности тестовых систем стали в начале XXI века необходимостью, для возможности развития электронного обучения и кооперации между учебными заведениями.

- 2. Единственной широко известной на текущий момент времени спецификацией посвященной интероперабельности тестовых систем является *IMS QTI*. Последняя версия спецификации имеет номер 2, но она пока не имеет широкого распространения, поскольку разработчики используют успевшую стать популярной версию 1.2.
- 3. Спецификация описывается набором документов, предназначенных для самых разных лиц. Охватываются как разработчики систем, так и разработчики электронного содержания, администраторы репозиториев и администраторы.
- 4. Спецификация предлагает простую и логичную структуру *XML* документа, который способен хранить информацию обо всех распространенных на сегодня типах заданий (интеракций), а также способы последующей обработки ответов и обратной связи.
- 5. Основная сложность, с которой сталкиваются разработчики при внедрении *IMS QTI* в своих системах, это большое количество типов вопросов и способов их визуализаций. Отсутствие необходимости поддержки всех возможных типов вопросов и их визуализаций во всех системах часто делает их не интероперабельными.

# 4 АНАЛИЗ РЕАЛИЗАЦИИ ИМПОРТА-ЭКСПОРТА ТЕСТОВ В ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ *IVA*

# 4.1 ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С АНАЛИЗОМ СООТВЕТСТВИЯ СИСТЕМЫ СПЕЦИФИКАЦИЯМ

Основными задачами, поставленными автором в практическом исследовании, являлись анализ соответствия тестового модуля обучающей системы IVA спецификациям QTI и разработка предложений по усовершенствованию системы. Для реализации этой задачи изначально планировалось дописать дополнительные модули экспорта и импорта тестов для тестовой системы  $Singlechoice^{23}$ , разработанной автором в рамках работы на соискание степени бакалавра<sup>24</sup>. Автор планировал использовать для этого свой предыдущий опыт, поскольку в данной системе web-сервер использовал XML для передачи содержания тестов клиенту, реализованному средствами  $Macromedia\ Authorware^{25}$ . Однако по мере изучения возможностей, связанных с этим планом и углубления в материал, автор убедился в несостоятельности данного подхода.

Написание модуля экспорта может стать достаточно несложной задачей, поскольку всегда точно известно ограниченное количество типов экспортируемых данных — это те типы, которые поддерживает данная система. Гораздо более сложной задачей является написание модуля импорта. В модуле импорта необходимо предусмотреть обработку полутора сотен допускаемых спецификацией элементов и десятков сопутствующих этим элементам атрибутов. Одно их простое описание занимает в спецификации многостраничные документы. Кроме того, в модуле импорта необходимо использовать парсер для проверки XML на валидность. Проблема также состоит в том, что и типы вопросов и их визуализация могут, согласно спецификации QTI, достаточно свободно варьироваться между собой. Теоретически спецификация допускает использование 180

<sup>&</sup>lt;sup>23</sup> Разработка тестовой системы "Singlechoice" [http://www.audentes.ee/test/]

<sup>&</sup>lt;sup>24</sup> Vladimir Tomberg, Тестовая Система Singlechoice, Audentes 2003.

<sup>&</sup>lt;sup>25</sup> Macromedia Authorware [http://macromedia.com/software/authorware/]

потенциальных комбинаций визуализаций вопросов и ответов<sup>26</sup>. А это в свою очередь означает, что вполне допустимый с точки зрения спецификаций тест, корректно визуализирующийся в одной системе, с большой степенью вероятности не сможет быть также корректно реализован в другой. Данное предположение в достаточной мере подтвердилось во время практического исследования, когда валидные файлы, экспортированные из одной тестовой системы, не могли быть правильно визуализированны в другой.

Исходя из объема и сложности задачи, можно предположить, что в любой системе импорта-экспорта весьма вероятно появление ошибок. Поэтому проверять соответствие системы спецификациям желательно не на такой же системе, требующей проверки, а на некоторой эталонной модели. В случае же реализации "горизонтальной" проверки, две системы, содержащие аналогичные ошибки могут вполне корректно обменяться данными между собой, подтвердив тем самым свою валидность, а на самом деле они не только не будут соответствовать заявленным спецификациям но, скорее всего и не смогут обменяться данными с действительно валидными системами.

Как показывают исследования, проведенные в области практической интероперабельности, доступных эталонных систем, предназначенных для проверки соответствия спецификациям, еще никто не разработал (*P. Gorissen*, 4 2003). Даже те компании, которые выпускают коммерческие продукты и декларируют их соответствие спецификациям *QTI*, как правило, всегда включают в описание продукта оговорки, связанные с существующими ограничениями. Это обстоятельство затрудняет жизнь разработчикам тестовых систем, поскольку всю проверку приходится выполнять самостоятельно, но с другой предлагает довольно интересную возможность самостоятельной реализации подобной системы.

Подобная система с возможностью валидации, при ее написании, была бы востребована, без преувеличения, разработчиками со всего мира. А такая серьезная инженерная задача, безусловно, выходит за рамки работы на соискание степени магистра. Подобный проект потребовал бы работы группы специалистов, а его описание по сложности и объему, вероятно, могло бы соответствовать докторской диссертации.

\_

 $<sup>^{26}\</sup> QTI\text{-}ASI\ Response\ types\ [http://ford.ces.strath.ac.uk/QTI/responses.php]$ 

В связи с этим, автор изменил свой первоначальный план, заключавшийся в написании собственного модуля импорта-экспорта. В отсутствие эталонного инструмента автор выбрал для использования в работе комбинированное исследование, разделив его на три отдельных этапа. Поскольку в спецификациях *QTI* для обмена данных определены *XML* файлы, на первом этапе необходимо проверить валидность *XML* файлов, используя возможности валидации *XML* редакторов. Это позволит выявить наиболее грубые, находящиеся на поверхности ошибки.

Второй этап — использование для проверки существующего на рынке программного обеспечения, разработчики которого заявляют о его соответствии спецификациям *QTI*. Дальнейшее исследование подтвердило утверждение, полученное в других исследованиях (*P. Gorissen*, 27 2003) что, несмотря на заявления разработчиков, эти программы сами далеко не всегда могут произвести обмен данными между собой, а иногда не справляются даже с импортом эталонных файлов, предлагаемых на *web* страницах *IMS*. Основные причины подобных недоразумений были описаны выше.

Для анализа подобных ошибок автор запланировал третий этап, в течение которого производится ручной анализ кода. При возникающих ошибках импорта данных системой, автор сравнивает код метаданных со спецификацией, а также с кодом, который система может воспринять. Этот способ является достаточно трудоемким и не столь продуктивным, как автоматизированные способы проверки, но именно он дает наи-высшую точность результатов анализа.

#### 4.2 ИНТЕРФЕЙС ИМПОРТА И ЭКСПОРТА IVA.

Получить возможность импорта или экспорта тестов в системе *IVA* можно из главного меню "*quiz management*". Она реализуется при помощи двух кнопок, *Import* и *Export*, соответственно (Рисунок 24).

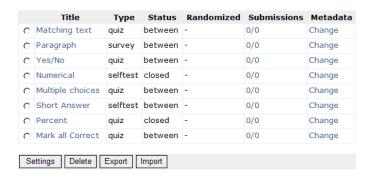


Рисунок 24. Снимок экрана интерфейса для работы с тестами системы IVA

Экспорт тестов можно производить только по одному, это ограничивается использованием переключателей (radiogroup). Выбрав интересующий тест и нажав на кнопку Export, пользователь получает диалоговое окно, предлагающее сохранить файл на локальный диск. Никаких других вопросов или дополнительных настроек пользователь не получает (пример возможных дополнительных настроек автор приводит при рассмотрении программного обеспечения от третьих фирм, в части 5.4). Выбрав "Coxpaнить", пользователь может сохранить на локальный носитель файл с названием ivaexport.zip. Подробный анализ содержания архива представлен ниже, в части 4.3.

Процедура импорта тестов заключается в том, что при нажатии на кнопку импорт открывается новое окно, в котором пользователю предлагается выбрать файл для импорта на локальном диске (Рисунок 25).



Рисунок 25. Диалог импорта теста системы IVA. Снимок с экрана

К сожалению, этот диалог не сопровождается никаким пояснением для пользователя или возможностью дополнительной настройки. В частности, система ожидает, что ей будет предложен именно ZIP файл. Однако если вместо ZIP архива предложить, например, XML файл, система не сообщает пользователю о том, что формат не верный, а загружает этот файл на сервер, пытается его обработать, после чего выдает сообщение об ошибке. Учитывая, что во многих системах допускается импорт и экспорт не упакованного XML файла, требование загружать именно ZIP не является очевидным.

В связи с этим хотелось бы отметить важный недостаток — отсутствие контекстной справки. Если система после нажатия на кнопку "Import test" получает корректный, с

ее точки зрения архив, то тест импортируется и появляется в общем списке тестов. Однако при работе с системой пользователь может совершить три ошибки:

- 1. внутри архива будут находиться файлы, которые система не сможет обработать;
- 2. предложенный файл вообще не является архивом;
- 3. системе вообще не указывается никакой файл.

В некоторых случаях система выдает сообщение об ошибке:

"We're sorry but error occured while rendering your requested page."

Click back button to ignore this message and continue your work!

If you are interested in what happened and want to help removing this error from IVA then click 'Look closer' button"

При нажатии на кнопку 'Look closer' система выводит на экран код отладчика (с одним из вариантов кода можно ознакомиться в Приложении 2).

При этом предлагается ссылка на страницу, где объясняется, какие у пользователя есть возможности сообщить об ошибке администратору. Такой подход трудно назвать практичным, желательно дать пользователю возможность избежать ошибки (например, проверить расширение загружаемого файла), а в случае ошибки попытаться объяснить пользователю ее природу.

Говоря об интерфейсе системы необходимо заметить, что обратная связь с пользователем реализована слабо. Отслеживание обработки отсылаемых данных на сервере, безусловно, трудоемкая задача для разработчика, но элементарную проверку формы на правильность формата импортируемого файла достаточно просто реализовать при помощи сценария *JavaScript* на стороне клиента. При этом было бы полезно сообщать пользователю, что он, например, забыл указать файл или указал файл с неверным расширением. Пользователи часто невнимательны и, случайно выбрав не тот файл, будут считать, что система не может импортировать корректные данные.

## 4.3 АНАЛИЗ УПАКОВКИ ФАЙЛОВ (CONTENT PACKAGING)

На момент написания работы тестовая система IVA умела работать с восемью типами заданий (в скобках даны соответствия, согласно документации QTI):

1. Matching (match interaction);

2. Paragraph (extended text interaction);

3. Yes/No (singlechoice interaction);

4. Numerical (numerical value);

5. Multiple choices (choice interaction);

6. Short Answer (short answer);

7. Percent (numerical value);

8. *Mark all Correct* (multichoice interaction);

Для проверки работы системы автором были созданы *восемь* файлов с тестами, каждый из которых содержал по одному вопросу каждого возможного типа. Они предназначались для изучения того, насколько корректно система обрабатывает разные типы вопросов. Вопросы были взяты из примеров, предлагаемых в документации *IMS*, либо из примеров, предлагаемых в документации *IVA*. К некоторым вопросам были добавлены изображения.

Необходимо отметить, что на момент написания работы система *IVA* предусматривала обратную связь с пользователем только в двух типах вопросов, *Multiple choices* и *Mark all Correct*. Несмотря на то, что обратная связь согласно спецификациям не является обязательной, возможность ее применения в системе крайне желательна, причем в любых типах заданий. В некоторых типах, например *Paragraph*, где обучающийся должен написать ответ в свободной форме, необходимо дать ему информацию о том, что данный ответ будет обработан преподавателем и оценен отдельно. Также в некоторых случаях может потребоваться давать не просто короткие ответы, типа "*правильно - неправильно*", а объяснять, почему именно выбранный ответ таковым является. Это способствует запоминанию учащимся материала.

К каждому из тестов система *IVA* предлагает добавить дополнительные *метаданные* и отдельно указать *настройки* работы этого теста. Для полей с *настройками* использовалось следующее:

- *Title* тесту давалось уникальное имя;
- Description тесту добавлялось краткое описание;
- *Type* тесту произвольно назначался тип: *quiz*, *survey* или *selftest*;
- Quiz has timelimit произвольно включался или выключался флаг лимита;
- Time for answering произвольно выбиралось время в минутах;
- *Randomize questions* флаг на данном этапе не включался, поскольку для теста состоящего из одного вопроса в этом нет необходимости;
- Answers visible произвольно выбирался из трех вариантов: only after the quiz has been closed, always, never;
- Permissions произвольно выбирался один из четырех допусков: Not public yet, Open for all timelimit, Open for subgroups, Open for persons. Для каждого допуска производились дополнительные настройки, например, для допуска Open for all timelimit указывался временной промежуток.

Также для всех тестов и отдельных вопросов заполнялись поля метаданных:

- *Title* вписывалось уникальное имя, которое не повторяло имя указанное в настройках;
- *Keywords* назначались одно два ключевых слова;
- Status произвольно выбирался из четырех вариантов: draft, final, revised, unavailable;
- Rights произвольно выбирались из трех вариантов: private, shared, public;
- Language всегда выбирался *en*, кроме отдельного теста на русском языке, для которого выбор был оставлен пустым, поскольку выбрать русский язык система не предлагает;
- Copyright and other restrictions флажок произвольно включался или выключался;
- Copyright description данные добавлялись только в случае включенного флага копирайта;
- *Role произвольно* выбирался один из трех вариантов и в соответствующее поле заносилась фамилия.

Когда все тесты были созданы (Рисунок 24, стр. 54), автор произвел их импорт из системы и сохранил файлы на локальный жесткий диск.

Все экспортированные *ZIP* архивы содержали по 2 упакованных файла — *imsmanifest.xml* и *qti.xml*. Первый предназначен для того, чтобы сообщать тестовой системе о структуре архива и файловых компонентов, и называется *манифестом*. Второй файл содержит в себе вопросы теста и способы их обработки. Согласно спецификации *IMS Content Packaging* в случае отсутствия в архиве файла *imsmanifest.xml* или изменения его имени, содержимое упаковки прочитано быть не может<sup>27</sup>. Остальные файлы могут носить произвольные имена, поскольку система получает эти имена из манифеста.

57

<sup>&</sup>lt;sup>27</sup> IMS Content Packaging Best Practice and Implementation Guide
[http://www.imsglobal.org/content/packaging/cpv1p1p4/imscp\_bestv1p1p4.html#1671406]

#### 4.3.1 ФАЙЛ IMSMANIFEST.XML

Рассмотрим подробно содержание полученных файлов манифестов (с полным листингом файла *imsmanifest.xml* можно ознакомиться в Приложении 3). Анализ файлов проводился согласно спецификации *Content Packaging* версии 1.1.1, на что указывает присутствующая ссылка на схему *ims md rootv1p1.xsd*.

В первую очередь необходимо отметить, что файлы манифеста во всех архивах оказались абсолютно одинаковыми. Из чего можно сделать вывод, что содержимое данного файла *не генерируется динамически*, а просто хранится в системе и добавляется в каждую упаковку без изменений. Такой подход в ограниченных случаях может быть работоспособным, поскольку файл с содержанием теста во всех упаковках тоже носит одинаковое имя (*qti.xml*). В то же время этот подход не позволяет реализовать *полноценный* экспорт тестов, в причинах чего попытаемся разобраться ниже.

Одним из предназначений файла манифеста является как раз хранение сопутствующих тесту метаданных. Для этого спецификацией *IMS Content Packaging* предназначен элемент *<metadata>*<sup>28</sup>. Этот элемент, хотя и не является обязательным, но может содержать метаданные, помогающие лучше описать содержание теста. Это могут быть ключевые слова, помогающие находить тест в репозитории, информация об авторских правах, которая поможет в дальнейшем авторским инструментам разрешить или не разрешить редактирование вопросов и прочее. И хотя сами спецификации ограничивают количество стандартных элементов, входящих в элемент *<metadata>*, *CP* рекомендует ис-

\_\_\_

<sup>&</sup>lt;sup>28</sup> IMS Content Packaging Best Practice and Implementation Guide
[http://www.imsglobal.org/content/packaging/cpv1p1p4/imscp\_bestv1p1p4.html#1671458]

пользовать для описания элементы, предложенные спецификацией *IEEE 1484.12.1*<sup>29</sup>. Предлагаемые *IEEE* 86 элементов, специально разработанных для подобных целей, покрывают любые потребности в сопровождающей информации. Их использование становится возможным при помощи необязательного элемента *extension*, который подразумевает неограниченное количество дополнительных расширений. Необходимо отметить, что в таком случае Спецификации *IMS Content Packaging* предписывают дополнительно объявлять все новые используемые элементы в виде *DTD* схемы в начале файла *imsmanifest.xml*.

Как уже упоминалось, практически, вся дополнительная информация, реализуемая метаданными, в системе IVA существует и сохраняется. Как для тестов целиком, так и для каждого вопроса в отдельности можно добавить данные об авторе, авторских правах и ключевые слова. К сожалению, реализация экспорта такова, что эта информация не будет доступна в другой системе, и что является серьезным недостатком. Более того, даже если пользователь решит перенести собственные тесты между двумя системами IVA (или внутри одной системы IVA), то и в этом случае он потеряет почти всю дополнительную информацию.

Как можно увидеть из кода (Листинг 5), единственные метаданные, относящиеся к тесту, которые прописаны в элементе < *metadata*>, это упоминание о том, что данные экспортированы из системы IVA.

Листинг 5. Содержание элемента <metadata>

Другое предназначение файла манифеста — описание всех дополнительных, сопутствующих тесту файлов. Это могут быть используемые в вопросах файлы изображений,

\_

<sup>&</sup>lt;sup>29</sup> IEEE 1484.12.1-2002. Draft Standard for Learning Object Metadata [http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\_1484\_12\_1\_v1\_Final\_Draft.pdf]

*JavaScript* сценарии и другие медиа элементы. Все эти файлы перед упаковкой организуются в файловую структуру, в корне которой находится файл *манифест*, в котором, в свою очередь, указываются все ссылки на необходимые файлы. Кроме того, допускаются и ссылки на внешние файлы, для чего в манифесте нужно использовать URL. Специально для этих целей в структуре манифеста предназначен элемент <resources>30. Анализ данного элемента в экспортированном манифесте (Листинг 6) показал, что в нем всегда имеется ссылка только на один файл — qti.xml (то есть, файл XML с содержанием тестов). Всегда один и тот же номер идентификатора этого ресурса "6603" просто заполняет место обязательного атрибута и не несет никакой смысловой нагрузки (и также доказывает, что в данном случае мы имеем дело со статическим содержанием).

#### Листинг 6. Содержание элемента <resources> манифеста IVA

```
<resources>
    <resource href="qti.xml" identifier="resource_6603" type="imsqti_xmlv1p1">
    <file href="qti.xml"/>
    </resource>
```

Поскольку речь зашла об идентификации, то необходимо заметить, что система никак не помогает идентифицировать файлы — все архивы всегда имеют одинаковое название, название файлов в них тоже одинаковое. Это делает невозможным групповой экспорт тестов, а также усложняет локальное хранение и работу с файлами, поскольку их необходимо переименовывать. В приведенном ниже коде (Листинг 7) значение идентификатора теста равняется "*item\_6603*", который также никогда не меняется.

#### Листинг 7. Содержание атрибута 'identifier' манифеста IVA

Если предположить необходимость экспортировать из IVA сразу несколько тестов, и, что импортирующая система не формально анализирует идентификаторы тестов для их последующей индексации, то, вероятнее всего, такая система столкнется с неразрешимой задачей, поскольку все предложенные ей тесты будут носить идентификатор " $item\_6603$ ".

\_

<sup>&</sup>lt;sup>30</sup> IMS Content Packaging Best Practice and Implementation Guide [http://www.imsglobal.org/content/packaging/cpv1p1p4/imscp\_bestv1p1p4.html#1671560]

В настоящий момент *IVA* позволяет использовать в своих заданиях только один вид медиа — изображения. Возвращаясь к элементу *resources*, зададимся вопросом, а как экспортируются изображения, включенные в вопросы? Ответ — *никак не экспортируются*, поскольку других возможностей сослаться на них спецификациями не предусмотрено. Это обстоятельство может стать очень серьезным недостатком, что, и проиллюстрировано ниже. На снимке экрана (Рисунок 26) показан вопрос из задания *Multiple choices*, в который добавлено изображение.

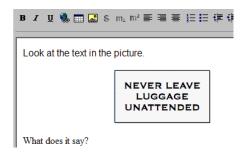


Рисунок 26. Вопрос, созданный в системе. Снимок с экрана

Автор экспортировал это задание и, ничего не изменяя в упаковке, тут же импортировал его обратно. Как можно увидеть из следующего снимка экрана (Рисунок 27), изображение в вопросе импортированного теста отсутствует, что делает невозможным его использование.



Рисунок 27. Тот же вопрос, импортированный в систему. Снимок с экрана

Как было замечено выше, многие реализованные на рынке тестовые системы не поддерживают упаковку файлов в архив, а генерируют и импортируют только не упакованные файлы XML. Безусловно, возможности таких систем ограничиваются использованием в вопросах только текстовых данных. Упаковка, прежде всего, помогает разом переносить множество файлов и метаданных, необходимых для тестов. Учитывая то обстоятельство, что в IVA эта возможность заявлена, но не реализована, использование упаковки теряет всякий смысл и становится балластом, отнимая у сервера дополнительные ресурсы на обработку архивов.

Проверка файла манифеста на валидность, произведенная при помощи пакета XML  $Spy^{3I}$ , показала, абсолютную корректность файла XML. Это было вполне ожидаемо, поскольку речь идет о статическом содержании.

#### 4.3.2 ФАЙЛ QTI.XML

Если основное предназначение файла imsmanifest.xml — автоматизация импорта, то файл qti.xml в системе IVA предназначается для переноса данных, а потому всегда генерируется динамически и всегда имеет разное содержание. (Полностью с текстами всех заданий импортированных из системы IVA можно ознакомиться в Приложении 4.)

До начала подробного знакомства с содержанием автор произвел проверку всех экспортированных файлов на валидность при помощи пакета *XML Spy*. Вне зависимости от того, какие типы вопросов использовались в тестах, все импортированные из системы файлы *XML* парсер признавал не валидными (Рисунок 28).

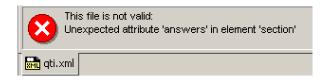


Рисунок 28. Одна из ошибок, выдаваемых при проверке на валидность. Снимок с экрана программы XML Spy.

Во всех этих файлах были обнаружены три одинаковые ошибки и несколько индивидуальных. Первая заключалась в том, что в элементе *section* находились недопустимые атрибуты. Количество атрибутов в этом элементе всегда равнялось шести. Допустимыми из них были только 2. Значения этих атрибутов, как удалось выяснить, напрямую зависело от некоторых метаданных, которыми сопровождался тест. Рассмотрим объявления элемента *section* (Листинг 8).

#### Листинг 8. Содержание элемента <section> файла QTI.XML

<section answers="0" ident="test3" open="0" randomize="0" title="Matching text" type="0">

Согласно спецификации  $QTI^{32}$ , в элементе <section> могут находиться только три строковых атрибута (Листинг 9) — необязательный *title* и обязательный *'ident'*, оба — дли-

<sup>&</sup>lt;sup>31</sup> Altova XML Spy [http://link.xmlspy.com/]

ной максимум в 256 символов, а также необязательный строковый атрибут 'xml:lang', длиной в 32 символа. Атрибут 'title' предназначен для имени секции, 'ident' — уни-кального идентификатора секции, а необязательный атрибут 'xml:lang' — для указания используемого в данной секции языка.

#### Листинг 9. Фрагмент схемы из файла ims qtiasiv1p2.xsd

```
<xs:attribute name="ident" type="xs:string" use="required"/>
<xs:attribute name="title" type="xs:string"/>
<xs:attribute ref="x:lang"/>
```

Атрибут 'xml:lang' не встречается ни в одном из экспортированных файлов, хотя именно он предназначен для передачи информации о языке, на котором написан текст. В атрибут 'title' вместо названия помещен тип задания, а в атрибут 'ident' — его имя. Как и в вышеописанном случае с файлом манифеста, такое решение не представляется целесообразным, поскольку при импорте нескольких заданий одного типа у всех них будут одинаковые имена.

Оставшиеся четыре атрибута с именами *answers*, *open*, *randomize*, и *type* вообще не являются валидными, поскольку не предусмотрены в спецификации и не описаны в схеме. Парсер любой тестовой системы выдает на этих атрибутах ошибку, и дальнейший импорт становится невозможным.

Для анализа информации, содержащейся в невалидных элементах, было изучено содержание элементов *«metadata»* в двух экспортированных из системы файлах (Листинг 10 и Листинг 11).

33 IMS Question & Test Interoperability: ASI XML Binding Specification Version 1.2

[http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti\_asi\_bindv1p2.html#1405304]

<sup>&</sup>lt;sup>32</sup> IMS Question & Test Interoperability: ASI XML Binding Specification Version 1.2 [http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti asi bindv1p2.html#1416849]

#### Листинг 10. Пример содержания элемента <metadata> файла QTI.XML

Из анализа кода ясно, что здесь проводится попытка передать информацию об ограничениях на сдачу теста. В первом случае это временные ограничения, которые сохраняются в атрибутах 'start' и 'end' элемента <timelimit> в формате Unix timestamp. Во втором случае это ограничения по групповому признаку атрибута 'name'. Не понятно, почему для передачи подобной информации используются не предусмотренные элементы, в то время как спецификация QTI предлагает, к примеру, элемент <duration>, специально предназначенный для временных ограничений на сдачу теста <sup>34</sup>. В случае же необходимости использовать собственные элементы с метаданными, их надо помещать в файл imsmanifest.xml, тем более что в этом файле, как уже упоминалось ранее, предусмотрено несколько стандартных элементов, связанных с ограничением доступа к материалу.

Следующей обнаруженной ошибкой при валидации файла стало наличие еще одного не предусмотренного спецификацией элемента *<userresponses/>*. Учитывая то, что данный элемент является закрытым и не имеет атрибутов, он не несет никакой дополнительной информации. Следовательно, не понятно, для каких целей он служит.

Описанные выше ошибки являются общими для всех типов заданий, генерируемых системой *IVA*. Далее рассматриваются ошибки, присущие только конкретным типам.

Задание типа Percent системы IVA является самым сложным по реализации (ПРИЛОЖЕНИЕ 4, Листинг 31). Судя по описанию, приведенному в руководстве, дан-

\_

<sup>&</sup>lt;sup>34</sup> IMS Question & Test Interoperability: ASI XML Binding Specification [http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti\_asi\_bindv1p2.html#1401389]

ный тип задания предназначен для вопросов по химии. Обучающемуся предлагается рассчитать процентное соотношение двух смешиваемых веществ, исходя из их массы. При этом автор задания не указывает массы веществ точным значением, а вводит лишь промежутки возможных значений. Конкретное значение выбирается системой из промежутков случайным образом. Несмотря на довольно точный способ визуализации задания, механизм высчитывания случайного значения не является тривиальным, поскольку не предусмотрен спецификацией.

С точки зрения спецификации *QTI*, задание *Percent* относится к типу *Numerical* со способом визуализации *fill-in-blank*. Для его реализации спецификация предусматривает абсолютно конкретные решения. Единственная трудность, связанная с расчетом случайных значений и соответствующего результата может и должна решаться при помощи элемента *<material>*. В частности, в этот элемент спецификация позволяет поместить элементы *<matapplet>* и *<matapplication>*, при помощи которых возможна реализация данных задач. Для самых сложных случаев можно воспользоваться расширением спецификации при помощи элемента *<mat\_extension>*. К сожалению, разработчики решили использовать собственные элементы, не предусмотренные спецификацией. Ниже приводится часть из экспортированного файла (Листинг 12).

Листинг 12. Фрагмент кода с использованием невалидных элементов

```
<points>10.0</points>
<searching>0</searching>
<solvent>
  <min>110.0</min>
  <max>1000.0</max>
  <names>water; distilled water</names>
  <type>g</type>
</solvent>
<soluble>
  <min>10.0</min>
  <max>100.0</max>
  <names>salt; sugar</names>
   <type>g</type>
</soluble>
<accuracy>10.0</accuracy>
<scoring>0</scoring>
```

Из кода ясно, что логика задания реализуется *XML* элементами *<points>*, *<searching>*, *<solvent>*, *<solvent>*, *<accuracy>* и *<scoring>*. Все они являются дочерними элементу *<item>* (в листинге опущен). При этом ни один из перечисленных в тексте элементов не предусмотрен спецификацией. Совершенно очевидно, что задания подобного типа не могут быть переданы ни в одну систему, кроме себя самой.

Последняя синтаксическая ошибка была выявлена в файле с тестом текстового типа (paragraph). В нем разработчики предусмотренный спецификацией атрибут 'encoding' элемента <render\_fib> по ошибке назвали 'enconding' (Листинг 13). В итоге ни один парсер этого атрибута распознать не сможет.

#### Листинг 13. Фрагмент кода с синтаксической ошибкой

<render\_fib enconding="UTF\_8" fibtype="String" prompt="Box">

Подводя итог первичного анализа содержания экспортируемых системой IVA файлов, можно отметить, что ни одна из других тестовых систем так и не смогла импортировать файлы, экспортированные системой IVA в неизменном виде. Прежде всего, это связано с тем, что IVA генерирует не валидные файлы XML. Для того чтобы изучение вопроса не остановилось на этом этапе и чтобы все-таки проверить возможности перемещения тестов, автор отредактировал сгенерированные системой IVA файлы, удалив из них невалидные элементы и атрибуты (С окончательными вариантами исправленного кода можно ознакомиться в Приложении 4). И, хотя в некоторых случаях это привело к результатам, которые можно оценить, как положительные, необходимо констатировать, что валидный XML все-таки является критическим условием для обмена данными.

#### 4.4 ВЫВОДЫ ИЗ ЧАСТИ 4

- 1. В настоящее время отсутствуют эталонные системы, позволяющие достоверно проконтролировать соответствие тестовой системы спецификациям *QTI*. В связи с этим проверку конкретной системы имеет смысл проводить в несколько этапов: проверка валидности *XML* файла, проверка на совместимость с распространенными системами и ручная проверка кода, вызывающего ошибки.
- 2. Процедура импорта тестов в системе *IVA* обладает некоторыми недостатками. В частности, отсутствует контроль формата файла, предлагаемого для импорта. У пользователя не знакомого с документацией остается много шансов допустить ошибку. Отсутствует контекстная справка, в сообщениях об ошибках выдается программный код, а не причины ошибки. Также недостатком можно назвать то, что система не предлагает при заполнении метаданных выбрать русский язык, как язык теста.
- 3. Файлы манифеста в системе *IVA* не генерируются динамически, и ничем не отличаются друг от друга. В связи с этим возможность обмениваться метаданными

в системе отсутствует. По этой же причине отсутствует и возможность экспортировать вместе с содержанием тестов сопутствующие файлы, например изображения. Из-за статического содержания манифеста все задания имеют одинаковый идентификатор, а файлы одинаковое имя, что затрудняет пакетный импорт.

- 4. В экспортируемых *XML* файлах системы *IVA* присутствуют недопустимые схемой элементы. Их наличие делает эти файлы не валидными. Имеется случай применения валидного элемента с грамматической ошибкой.
- 5. В недопустимом элементе *«metadata»* система *IVA* сохраняет некоторые метаданные, описывающие ограничения на сдачу теста. В то время как для передачи метаданных предназначен файл манифеста.
- 6. Все эти недостатки делают данные, генерируемые системой практически непригодными для обмена без дополнительной ручной коррекции.

# 5 Практическое тестирование реализации *QTI* на программном обеспечении от разных производителей

Как уже было упомянуто выше, создание программного обеспечения, позволяющего импорт и экспорт тестов, не является тривиальной задачей. Прежде всего, это связано с многообразием используемых типов вопросов и способов их визуализации. Это в свою очередь усугубляется разнообразием методов оценки учащихся и способов обратной связи с пользователем. На сегодняшний день ни одна система не предлагает реализации абсолютно всех возможностей, все они ограничиваются лишь их небольшим функциональным набором. В результате практически невозможно найти некоторую эталонную систему, по которой можно было бы проверять правильность работы других систем.

Чтобы обойти эти ограничения автор проанализировал и на практике протестировал наиболее известные и доступные на текущий момент тестовые системы с возможностью импорта и/или экспорта. В данной части предлагается краткое знакомство с такими системами, с анализом их возможностей и основных отличий. В конце автор знакомит с окончательными результатами импорта-экспорта файлов тестовой системы *IVA*.

#### 5.1 SARAS QTI VIEWER 1.0

 $SARAS\ QTI\ Viewer$  от компании  $Excel ext{-}Soft^{35}$  является не системой управления тестами, а бесплатной программой для просмотра тестов в формате XML. При помощи этой программы невозможен экспорт или импорт файлов в какую-либо другую систему. Подобное приложение, тем не менее, может оказаться весьма полезным для проверки файлов созданных в других системах. Основные возможности  $SARAS\ QTI\ Viewer$ :

- Открытие файла;
- Просмотр файла в виде логической структуры, в которой отражаются:
  - а. содержание текстов задания,

<sup>35</sup> Excel-Soft [http://www.excelindia.com]

- b. содержание ответов,
- с. баллы, присуждаемые за верные ответы,
- d. тексты для обратной связи с пользователем;
- Просмотр исходного *XML* файла с синтаксической подсветкой;
- Валидация файла с помощью встроенного парсера, с подробным описанием ошибок и возможными вариантами исправления, согласно текущей схеме (Рисунок 29);
- Автоматическое исправление ошибок с сохранением новой версии файла;
- Эмуляция теста в интерактивном режиме.

Error category	Error description
Incomplete Content	The element 'itemfeedback' has incomplete content. Expected 'flow_mat material solution hint'. An error occurred at file:///L:/Works/Export/Perception export/matrix.xml, (147, 3).
	The element 'itemfeedback' has incomplete content. Expected 'flow_mat material solution hint'. An error occurred at file:///L:/Works/Export/Perception export/matrix.xml, (149, 3).
	The element 'itemfeedback' has incomplete content. Expected 'flow_mat material solution hint'. An error occurred at file:///L:/Works/Export/Perception export/matrix.xml, (151, 3).

Рисунок 29. Отчет об ошибках, найденных в результате работы парсера. Снимок с экрана программы SARAS QTI Viewer.

Необходимо отметить, что все файлы, вне зависимости от их соответствия той или иной версии спецификации проверяются на валидность при помощи только одной схемы, версии 1.2. Файл с данной схемой помещается при установке программы в одну из ее рабочих директорий. Такое решение позволяет предполагать, что программа в состоянии если не продемонстрировать, то хотя бы проверить на валидность тесты любых версий спецификаций. Однако когда автор поменял файл со схемой версии 1.2 на файл со схемой версии 2, и соответствующим образом поправил в конфигурационный файл, это привело лишь к появлению ошибки при попытке открыть тесты любых версий. Что, впрочем, никак не отразилось на функциональности пакета в исследовании, поскольку абсолютно все приведенные в работе тестируемые программы поддерживают спецификацию именно версии 1.2.

Согласно документации текущая версия программы умеет визуализировать 14 типов вопросов, что хотя и не является рекордом среди рассматриваемых программ, тем не менее, охватывает множество самых популярных:

- 1. Multiple Choice
- 2. Multiple Response
- 3. Matrix
- 4. Fill in the Blanks
- 5. Select Blank
- 6. Entry List
- 7. Text Match
- 8. Essay
- 9. Numeric
- 10. Slider
- 11. Hotspot Multiple Choice
- 12. Hotspot Multiple Response
- 13. Drag and Drop
- 14. Connecting the Points

Для визуализации *SARAS QTI Viewer* использует ядро браузера *Internet Explorer* (Рисунок 30). Специально для этих целей служит поставляемый с программой файл каскадных стилей *Presentation.xsl*, который при необходимости поменять оформление экрана можно отредактировать вручную, или в диалоге настройки программы.

Основным недостатком реализации программы можно назвать плохую работу с файлами, использующими текст в кодировке *Unicode*. Это проявилось при попытке открыть и просмотреть тесты с вопросами на русском языке. Система корректно открывает и визуализирует такие файлы, но при попытке запустить их в режиме эмуляции экзамена выдает сообщение об ошибке *JavaScript*.

Кроме того, система не способна открывать файлы, содержащие в элементе *questes-tinterop* атрибуты, связанные с пространством имен (*xmlns'*, *xmlns:xsi'*, *xsi:schemaLocation*). Размещение этих элементов не предусмотрено спецификациями

QTI, но позволяется рекомендациями  $XML^{36}$ , а потому являются валидными. Эти атрибуты, например, автоматически подставляются редактором XMLSpy в случае назначения схемы файлу XML. Также они присутствуют в файлах генерируемых системой IVA. В то же время в файлах примеров предлагаемых на странице IMS эти атрибуты отсутствуют. Решение данной проблемы при тестировании достигалось ручным вырезанием атрибутов. В случае необходимости указывать в тексте ссылку на схему можно воспользоваться элементом  $<!DOCTYPE\ questestinterop\ SYSTEM\ "ims_qtiasiv1p2.dtd">, используя при этом для проверки <math>DTD$  схему вместо XSD. Применение данного элемента обрабатывается системой корректно.

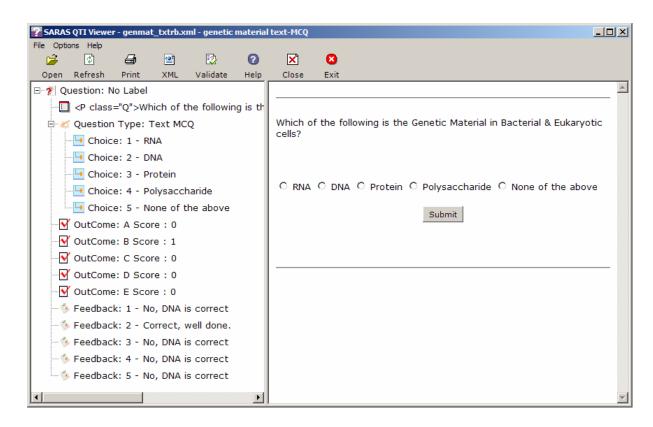


Рисунок 30. Интерфейс пользователя SARAS QTI Viewer. Снимок с экрана.

Основные достоинства пакета SARAS QTI Viewer:

- 1. Малый размер;
- 2. Поддержка большого количества типов поддерживаемых тестов и типов визуализации;

<sup>&</sup>lt;sup>36</sup> XML Schema Part 1: Structures Second Edition [http://www.w3.org/TR/xmlschema-1/#schema-loc]

- 3. Удобный пользовательский интерфейс с возможностью настройки оформления;
- 4. Встроенный парсер, просмотрщик и редактор *XML*;
- 5. Бесплатность программного обеспечения.

К недостаткам можно отнести не полную поддержку файлов с Unicode кодировкой, неумение обрабатывать валидные атрибуты XML, не предусмотренные напрямую в схеме  $IMS\ QTI$ , а также отсутствие возможности создания, редактирования и экспорта тестов. Судя по всему, последнее в задачи разработчиков и не входило.

#### 5.2 QUESTIONMARK™ PERCEPTION™ AUTHORING MANAGER

Authoring Manager от компании Questionmark<sup>37</sup> является частью программного комплекса Perception, являющегося мощной системой управления тестами. Данный комплекс представляет законченное решение с развитым инструментарием для создания, хранения и управления тестами, назначения тестов обучающимся, а также итоговой отчетности по результатам обучающихся (Рисунок 31).

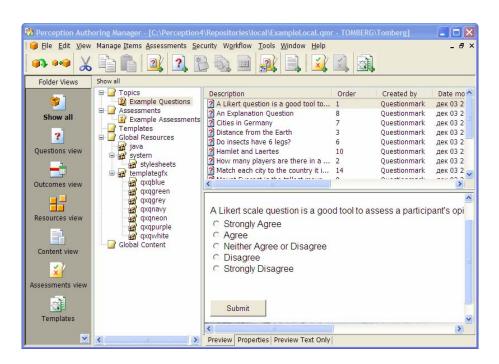


Рисунок 31. Интерфейс пользователя Authoring Manager. Снимок с экрана.

-

<sup>&</sup>lt;sup>37</sup> [http://www.questionmark.com/us/perception/authoring\_windows.htm]

Приложение Authoring Manager представляет интегрированную среду для создания, редактирования и публикаций тестов. Минимальной единицей, с которой оперирует программа, является вопрос (question), вопросы группируются в темы (topics), аналоги заданий (item) в спецификации QTI. Встроенный WYSIWYG редактор позволяет создавать вопросы 20-ти типов. Текст в вопросах форматируется тегами HTML, имеется встроенный просмотрщик и эмулятор тестов. Поддерживаются таблицы стилей форматирования, встраиваемые медиа и сценарии JavaScript. К каждому вопросу имеется возможность добавить множество различных метаданных.

Кроме популярных типов медиа, традиционно используемых в вопросах другими тестовыми системами,  $Authoring\ Manager$  также умеет использовать и относительно новые. Например, поддерживаются вопросы с использованием симуляции экрана  $Macro-media\ Captivate^{38}$  и анимации Flash.

Вопросы сохраняются в репозиторий, в качестве которого можно использовать как локальную базу, так и разделяемую удаленную, на специализированном сервере *Perception*. Извлекая *вопросы* из базы, пользователь имеет возможность группировать их в *экзамены*, имея возможности контролировать логику их интерактивного поведения. Для того чтобы экспортировать из программы экзамен, собранный из множества вопросов, необходима установка дополнительного пакета — *Perception Content Packager* . С его помощью возможен экспорт согласно спецификациям *AICC*, *ADL SCORM* и *IMS Content Packaging*. Как и предполагает спецификация, в этом случае создается файл манифеста, который можно снабдить метаданными, *XML* файл с описанием тестов, после чего вместе со всеми файлами необходимых медиа все это архивируется в файл *ZIP*.

Отдельные вопросы тестов можно импортировать и экспортировать из самого *Authoring Manager*, не прибегая к помощи посторонних программ. Однако при этом экспорт происходит только в *XML* файл, в связи с чем возникает ограничение на экспорт тестов, использующих встроенные медиа. Попытка экспортировать из *Authoring Manager* теста с изображением привела к тому, что сам файл изображения отсутствовал, а вместо него в *XML* файле можно было обнаружить следующую ссылку:

<sup>&</sup>lt;sup>38</sup> [http://www.macromedia.com/software/captivate/]

<sup>&</sup>lt;sup>39</sup> [http://www.questionmark.com/us/connectors/QuestionmarkPerceptionContentPackager.htm]

<IMG height=96 alt="" hspace=0 src="%SERVER.GRAPHICS%topicresources/-838514295/picture.gif"
width=64 border=0>]]>

Разумеется, что источник, спрятанный за переменной окружения '="%server.graphics%' не будет доступен ни из каких других приложений, кроме приложений *Perception*, а значит, в данном тесте при импорте в другую систему изображение доступно не будет. Тем не менее, для проверки задач, поставленных в данной работе, достаточно возможностей оперировать тестами, содержащими только текстовые вопросы.

При анализе экспортируемых из Authoring Manager файлов была обнаружена ошибка XML синтаксиса. Сообщение парсера "The element 'itemfeedback' has incomplete content. Expected 'flow\_mat material solution hint'" указывает на нехватку элемента, являющегося дочерним элементу <itemfeedback> (Рисунок 29, стр. 69). Как можно увидеть из схемы, на которую ссылаются файлы (Листинг 14), экспортированные из Authoring Manager, в данном контексте обязательно использование одного из дочерних элементов <hint>, <solution> или на выбор — <flow\_mat> или <material>.

### Листинг 14. Элемент itemfeedback в схеме ims\_qtiasiv1p2.dtd

<!ELEMENT itemfeedback ((flow\_mat | material) | solution | hint)+>

Как выяснилось, подобная ошибка происходила в случае, если в вопросе не были предусмотрены действия для обратной связи. Несмотря на то, что согласно спецификации элемент *<itemfeedback>* не является обязательным, система помещала его в экспортируемый файл, оставляя при этом пустым. И хотя большинство программных продуктов смогли открыть и визуализировать такие файлы, при попытке эмуляции теста возникало сообщение об ошибке "Feedback block is empty".

Не смотря на это, от работы с пакетом остается впечатление, что авторы серьезно проработали большинство возможных задач, стоящих перед современной системой управления тестами. Это вполне ожидаемо от продукта, базовая цена которого с лицензией на 500 пользователей начинается с 8000 американских долларов. К основным достоинствам пакета можно отнести интуитивный пользовательский интерфейс, поддержку нескольких стандартов и развитые средства редактирования содержания. Основными недостатками являются высокая стоимость, не корректный экспорт тестов со встроенными медиа и не критичные, но досадные для продукта такого уровня ошибки в генерируемых *XML* файлах.

### 5.3 CANVAS LEARNING AUTHOR

Продукт Learning Author  $^{40}$  производства компании Canvas является единственным рассматриваемым в данной работе продуктом, использующим для сохранения тестов в качестве родного формата файлы XML, и декларирующий их соответствие спецификациям  $IMS\ QTI$ .

Сюита продуктов *Canvas Learning* состоит из трех отдельно поставляемых программных модулей. Основным предназначением продукта является разработка, доставка и обмен интероперабельных обучающих материалов и тестов. Модуль *Author* предназначен для создания, визуального редактирования и просмотра материала с последующим сохранением в *QTI XML* файл. При сохранении организуется файловая структура со специально отведенными поддиректориями для медиафайлов. Модуль *Course Builder* служит для организации материала в курсы и экзамены и последующего экспорта, согласно спецификациям *QTI CP*. На выходе можно получить либо структуру, состоящую из файлов для просмотра в *web* браузере, либо отвечающий спецификации *QTI CP* файл *ZIP*. Модуль *Player*, поставляемый в вариантах *Shockwave Edition* и *Flash MX Edition* предназначен для доступа к учебным материалам и тестам. Он может работать как отдельное приложение, так и в среде *web* браузера.

С помощью модуля *Author* можно создавать и редактировать вопросы 13-ти основных популярных типов. При этом можно отметить, что встроенные средства редактирования располагают к активному использованию в тестах графических изображений и медиа элементов. Создание таких сложных для реализации типов вопросов, как *Hot Spot* или *Drag to Order*, предусматривающих интерактивную работу пользователя с пространственными координатами, реализуются несколькими щелчками мышью.

Пользователь модуля *Author* может включать в тесты популярные форматы графических файлов, аудио и видео файлы, а также анимацию в форматах *Shockwave* и *Flash*. Дополнительно модуль можно конфигурировать для поддержки документов *Adobe Acrobat*, симуляторов *Shockwave3D*, и потоковых *Real Media*.

<sup>&</sup>lt;sup>40</sup> Canvas Learning Author [http://www.canvaslearning.com/products.php?app=cla]

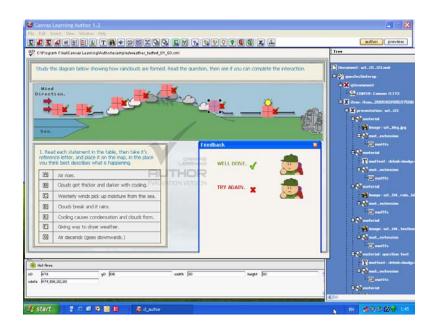


Рисунок 32. Интерфейс Canvas Learning Author. Снимок с экрана.

Интерфейс пользователя (Рисунок 32) организован тремя основными окнами, WYSIWYG редактора 'The Canvas' для интерактивного редактирования, панели свойств объектов 'Properties', похожего на аналогичную панель из продуктов от Macromedia и палитры дерева XML, в котором структура данных представлена в удобном графическом виде. При помощи дерева пользователь может, как просматривать структуру документа, так и интерактивно выбирать для редактирования интересующий объект. Выделенный объект автоматически выделяется в WYSIWYG редакторе, а его атрибуты отражаются в панели свойств объекта. Учитывая данный подход визуализации данных XML, можно предположить, что использование подобного продукта было бы очень полезным для тех, кто только начинает изучать спецификации IMS QTI. Несмотря на то, что WYSIWYG редакторы используются и во многих других программных продуктах, только авторам из Canvas удалось создать настолько интуитивно понятную связь между визуализацией и кодом.

Несмотря на все эти достоинства, нельзя упомянуть и недостатки. В частности, система не позволяет полноценную работу с файлами, содержащими более одного вопроса, поскольку не поддерживает элемент *<section>*. Это означает, что в модуле *Author* возможна работа только с файлами, содержащими отдельные задания.

### 5.4 RESPONDUS 3

Программное обеспечение *Respondus 3*<sup>41</sup> от компании *Respondus, Inc.* предназначено для создания и управления тестами. Его отличием от других рассматриваемых продуктов заключается в его умении работать с тестовыми материалами для разных платформ. Тесты, подготовленные в *Respondus 3*, могут быть напрямую экспортированы в такие системы управления обучением как *Blackboard*, *WebCT*, *eCollege* и *ANGEL*. Этим обуславливается наиболее частое использование пакета, как транслятора данных между несовместимыми системами. В рекомендациях многих разработчиков именно *Respondus* часто предлагается как инструмент для импорта или экспорта тестов.

Respondus 3 поддерживает всего 9 типов заданий, но при этом обладает наилучшей адаптируемостью к импорту тестов с ошибками. По всей видимости, это связано с тем, что встроенный парсер не прекращает работу при возникновении ошибки, а просто ее игнорирует. Забегая вперед, необходимо отметить, что Respondus 3 оказался единственным пакетом, который смог импортировать некоторые тесты, экспортированные из системы IVA в неизмененном виде, то есть, заведомо с ошибками. Правда, после интерпретации Respondus они все равно не были годны к использованию.

С помощью *Respondus* можно импортировать задания не только из XML файлов, но также из файлов *Microsoft Word* и RTF. В продукте реализована поддержка формул, создаваемых как при помощи встроенных средств, так и при помощи популярного редактора формул  $MathType^{42}$ .

Respondus является единственным пакетом, который позволяет производить дополнительную настройку импорта и экспорта тестов. При импорте (Рисунок 33) можно выбирать между *ZIP* упаковкой и *XML* файлом, указать, создается ли новый экзамен или вопросы добавляются к существующему, а также предлагается выбор способа для именования вопросов.

<sup>&</sup>lt;sup>41</sup> Respondus 3 [http://www.respondus.com/products/respondus.shtml]

<sup>&</sup>lt;sup>42</sup> *MathType* [http://www.dessci.com/en/products/mathtype]

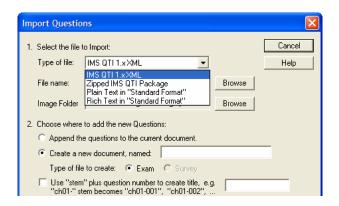


Рисунок 33. Диалог расширенных настроек импорта Respondus 3. Снимок с экрана.

Можно отметить, как весьма полезную, возможность указать директорию для графических изображений. В случае если данные импортируются не упакованными, а в виде *XML* файла, это единственная возможность указать системе, откуда необходимо получать изображения сопутствующие тесту, поскольку в упаковке за эту информацию отвечает файл манифеста.

При экспорте кроме выбора между упаковкой и *XML* еще предлагается выбрать, в какой шкале будет экспортироваться градация оценок — в баллах или процентах (Рисунок 34). Эти дополнительные настройки являются иллюстрацией хорошей обратной связи с пользователем, именно их автор имел в виду при анализе модуля импорта-экспорта системы *IVA* (стр. 54).

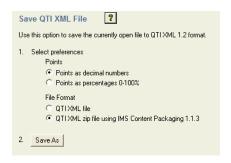


Рисунок 34. Диалог экспорта Respondus 3. Снимок с экрана.

Как упоминалось выше, при импорте файлов *Respondus* не останавливает свою работу, встречая ошибку. Вероятно разрабатывая программу, главное предназначение которой быть конвертером, авторы ставили перед собой цель импортировать данные как можно полнее, даже ценой ошибок. За время тестирования *Respondus*, так или иначе, смог импортировать все предложенные ему файлы, даже если они импортировались с пустым содержанием. Единственной ситуацией, при которой появлялось сообщение об ошибке, были попытки импортировать задания, типы которых программой не поддерживаются.

Эта особенность пакета не позволяет рассчитывать на *Respondus*, как на инструмент для тестирования на совместимость.

Главными достоинствами *Respondus* можно назвать мультиформатность и хорошую обратную связь с пользователем. Недостатком является отсутствие информации об ошибках в импортируемой структуре данных.

### **5.5** ИМПОРТ И ЭКСПОРТ НА ПРАКТИКЕ

Основная проблема, с которой столкнулся автор в своем исследовании, заключается в том, что разработчики, как правило, декларируют типы вопросов, поддерживаемые системой, но не всегда декларируют типы визуализации. Таким образом, до процедуры импорта совершенно невозможно определить, пройдет ли он успешно. Также слабо реализована обратная связь при обработке ошибок. Как уже было отмечено, только некоторые системы сообщают оператору, что данный, конкретный тип визуализации не поддерживается, причем, как правило, это происходит уже после попытки импорта. В большинстве случаев система либо отказывается импортировать тест, не объясняя причин, либо импортирует его без сообщений об ошибках, но затем визуализирует не корректно.

Все эти, мелкие на первый взгляд, проблемы в итоге требуют ручного вмешательства, потерь времени на анализ кода, что в корне дискредитирует идею интероперабельности. По мнению автора, для того, чтобы избегать подобных недоразумений, было бы полезно разработать протокол, при помощи которого системы перед импортом материала могли бы проверить, какие типы вопросов и визуализации необходимо импортировать, а в случае отсутствия поддержки подобных типов предоставляли бы оператору стандартизированную отчетность. Безусловно, таких же результатов можно добиться и простым анализом импортируемого материала. Но такой подход предполагает двойную обработку всего объема тестов — сначала для анализа, затем для импорта. Гораздо разумнее было бы поместить информацию об используемых типах тестов и визуализации в метаданных, в заголовке файла с данными, а еще лучше, в манифесте. К сожалению, подобный подход также вряд ли заставит разработчиков тратить дополнительные ресурсы на разработку.

В итоге, мы имеем парадоксальную ситуацию: спецификации есть, все понимают их перспективность, разработчики включают их поддержку в свои системы, а реально воспользоваться ими, как задумано, достаточно затруднительно.

Из восьми импортированных из системы *IVA* файлов (перечисленных в части 4.3) для практического анализа использовались только *семь*. Файл с заданием типа *Percent* реализуется собственными расширениями системы *IVA* и не может быть распознан никакой другой системой, чему были даны подтверждения в части 4.3.2 (стр. 64). Остальные семь файлов были *откорректированы вручную* при помощи редактора *XML Spy*. Как было указано выше (часть 4.3.2), система *IVA* при экспорте генерирует не валидные файлы. Такие файлы вызывают появление ошибке в любой системе, которая имеет встроенный парсер. В связи с этим в каждом файле *XML* удалялись элементы, не являющиеся валидными с точки зрения схемы. Файлы сохранялись лишь после того, как парсер переставал выдавать ошибку.

Первое тестирование производилось при помощи пакета *Saras QTI viewer*. Поскольку данный пакет не умеет распознавать атрибуты, не предусмотренные *QTI* (стр. 70), они также были удалены из файлов, как не имеющие принципиального значения.

Как можно увидеть в таблице (Таблица 1), *Saras QTI viewer* смог открыть без ошибок все 7 файлов, но не смог ни одного из них визуализировать.

Таблица 1. Результаты импорта Saras QTI viewer

	Файл (тип задания)	Импорт	Визуализация с ошибками	Визуализация без ошибок
1	Matching	Υ	N	N
2	Paragraph	Y	N	N
3	Yes/No	Υ	N	N
4	Numerical	Υ	N	N
5	Multiple choices	Υ	N	N
6	Short Answer	Υ	N	N
7	Mark all Correct	Y	N	N

К сожалению *Saras QTI viewer* не имеет средств для анализа причин, от которых зависит визуализация. Эти причины были выяснены позднее, при помощи других пакетов.

Следующее тестирование производилось на базе пакета *Respondus*. Как можно увидеть ниже (Таблица 2), программа сумела импортировать все файлы, однако четыре из них вообще не сумела визуализировать, в каждом случае выдавая одинаковую ошибку: "*I Items were read in as type "IMS QTI" because they contained unsupported question types* 

(such as hot-spot)". Этого следовало ожидать, учитывая то небольшое количество типов заданий, которые поддерживаются пакетом.

Таблица 2. Результаты импорта Respondus 3

	Файл (тип задания)	Импорт	Визуализация с ошибками	Визуализация без ошибок
1	Matching	Υ	N	
2	Paragraph	Υ	N	
3	Yes/No	Υ	Υ	N
4	Numerical	Υ	N	
5	Multiple choices	Υ	Υ	N
6	Short Answer	Y	N	
7	Mark all Correct	Y	Υ	N

Однако особенно интересным является то, как *Respondus* интерпретировал те файлы, которые он смог визуализировать с ошибками. Пример снимка экрана результата импорта (Рисунок 35) иллюстрирует некорректное представление данных. На иллюстрации видно, что в поле *названия вопроса* размещается информация о типе задания, а в поле для *самого вопроса* информация вообще отсутствует. Если первый недостаток был замечен еще при анализе файлов на валидность (стр. 62) и в некоторых системах может быть вообще не замечен, то из-за второго недостатка в *любой системе* будут отсутствовать тексты заданий всех вопросов.

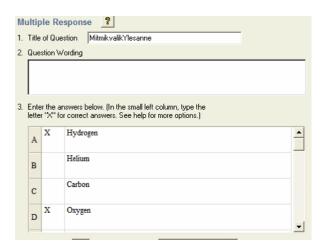


Рисунок 35. Результат импорта теста IVA пакетом Respondus 3. Снимок с экрана.

Анализ спецификации показал, что *содержание вопроса* должно помещаться в элемент *<mattext>*, являющийся дочерним элементам *<material>* и *presentation>* соответственно. Однако в файлах, генерируемых системой *IVA*, текст вопроса ошибочно помещается в элемент *<qticomment>*, дочерний элементу *<item>*. Для корректности последующих попыток импорта содержание вопроса было перемещено в правильный контейнер,

<mattext>, дочерний элементу <material>. В атрибут 'title' элемента <item> во избежание путаницы вместо типа вопроса было введено его название.

Отдельно следует отметить и то, как реализован в системе экспорт форматированного HTML текста. Встроенный текстовый редактор IVA дает возможность при помощи HTML назначать тексту простейшие атрибуты форматирования. Однако при экспорте все специальные символы перекодируются в символьные ссылки-мнемоники 43. Это означает, что строка < P > < FONT face = arial > при экспорте подменяется строкой<P&gt;&lt;FONT face=arial&gt;. Однако спецификация HTML 4.01 рекомендует использовать символьные мнемоники для представления символов текста выводимого на экран, а не для написания HTML тегов. Вероятно, разработчики, таким образом, пытались обойти ошибки, связанные с тем, что символы "<" и "&" из HTML кода могут быть неверно интерпретированы парсером как скобки ХМС элементов. В итоге, абсолютно все рассматриваемые в работе системы интерпретировали теги как текст, и выводили в результате на экран не форматированный текст, а код НТМL. Причем с таким выводом кода на экран можно столкнуться и в самой системе IVA, например, в сообщениях об ошибках (см. Приложение 2). Эта проблема возникает в связи с тем, что браузер получив в коде &gt; или &lt; тоже не воспринимает их как управляющие, а преобразует в скобки для вывода на экран.

Для того чтобы подобных конфликтов не возникало, спецификацией XML предлагается использовать любые, опасные с точки зрения интерпретации символы помещая их в секцию  $CDATA^{44}$ . Аналогичные рекомендации имеются и в спецификации  $QTI^{45}$ , рекомендующие использовать CDATA для помещения в элементы любых символов, которые не должны обрабатываться. В таком случае форматированный HTML код может выглядеть следующим образом:

<![CDATA[<FONT color=maroon size=1>Paris is the Capital of France?</FONT>]]>

В то же время, использование символьных ссылок-мнемоник в тексте, предназначенном для вывода на экран, например, для вывода знака "меньше", будет правильным.

82

<sup>&</sup>lt;sup>43</sup> HTML 4.01 Specification [http://www.w3.org/TR/1999/REC-html401-19991224/charset.html#h-5.3.2]

<sup>&</sup>lt;sup>44</sup> Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Third Edition) [http://www.w3.org/TR/REC-xml/#sec-cdata-sect]

<sup>&</sup>lt;sup>45</sup> ASI XML Binding Specification. Final Specification Version 1.2 [http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti\_asi\_bindv1p2.html#1400832]

Во избежание недоразумений все импортированные задания, имеющие атрибуты форматирования HTML были отформатированы обычными символами и помещены в секции *CDATA*.

Следующей программой, в которую предстояло сделать импорт, был пакет *Perception*. Во всех пробных файлах были произведены исправления выше перечисленных ошибок, но *Perception* не смог импортировать ни одного из перечисленных файлов. Данная проблема потребовала большего времени для решения, поскольку все файлы являлись валидными, а сама программа выдавала только общее сообщение об ошибке, не указывая на ее причины. Алгоритм *Perception* отличается от *Respondus* тем, что в отличие от второго первый не спешит импортировать максимум того, что удастся распознать. *Perception* производит импорт только после того, как убеждается в том что может интерпретировать тест целиком и без ошибок.

Путем сравнения исходных текстов с теми образцами файлов, которые программа воспринимала, удалось выяснить, что ошибку вызывало присутствие элементов *<qticomment>*. Причем совсем не имело значения, содержал ли данный элемент в себе данные, был пустым или вообще закрытым — *<qticomment/>*.

Здесь необходимо сделать замечание, в связи с тем, что использование вышеупомянутого элемента является абсолютно корректным с точки зрения спецификации. То есть, в данном случае речь идет уже об *ограничениях конкретного программного обеспечения*. Эта ситуация является одним из подтверждений того, что ни одна разработка сегодня не может обеспечить полного соответствия спецификациям.

В элементах <qticomment> система IVA сохраняет два вида информации — содержание вопроса, которое уже было перемещено автором в правильный элемент, и сообщение о том, что данные экспортированы из системы IVA, которое гораздо лучше разместить в файле манифеста. Учитывая это обстоятельство, а также то, что элемент <qticomment> не является обязательным, автор удалил его из исходных текстов. После этого Perception позволил импортировать файлы, показав при этом достаточно неплохие результаты.

Таблица 3. Результаты импорта Perception

	Файл (тип задания)	•	Визуализация с ошибками	Визуализация без ошибок
1	Matching	N		

2	Paragraph	Υ	Y
3	Yes/No	Υ	Υ
4	Numerical	Υ	Υ*
5	Multiple choices	Υ	Y
6	Short Answer	Υ	Υ
7	Mark all Correct	Y	Y

Вопрос типа *Numerical* импортировался и визуализировался корректно, однако не верно обрабатывал ответы. Как удалось выяснить, это было связано с тем, что при импорте *Perception* не смог правильно выстроить логику ответов. Это было связано с тем, что в тексте были даны лишние, взаимоисключающие значения.

Ответ на вопрос *Numerical* является числом, лежащим в некотором промежутке. Правильным ответом для данного задания является любое целое число, от 12 до 20 включительно. Однако в исходный код добавляется еще и условие, при котором ответ равен 16 (Листинг 15).

#### Листинг 15. Некорректная реализация условия

```
<vargte respident="yl1">12.0</vargte>
<varequal respident="yl1">16.0</varequal>
<varlte respident="yl1">20.0</varlte>
```

Это число подразумевалось авторами теста, как наиболее близкое к верному ответу и дающее наибольшее количество очков. Однако, во-первых, в исходном тексте нет никаких инструкций для обработки такого условия, а во-вторых, при отсутствии таких условий оно становится лишним и строку '<varequal respident="yl1">16.0</varequal>' можно убрать. В ином случае получится, что правильным будет только ответ 16, поскольку любые другие варианты не соответствуют второму условию.

Вопрос типа *Matching* оказался слишком сложным для визуализации. Данный тип вопроса поддерживается современными системами довольно редко, во всяком случае, ни одна из рассматриваемых в работе систем так и не смогла справиться с его правильной визуализацией.

Последним продуктом, который был использован для импорта тестов, стал *Canvas Learning Author*. Поскольку данный продукт считает *QTI XML* своими родными файлами для сохранения, то в данном случае производился не импорт, а попытка обычного открытия файлов. Как уже было описано выше, *Learning Author* не поддерживает секции, о чем он сообщил при первой же попытке открыть файл. После ручного удаления

элементов < section>, как необязательных, все файлы кроме Matching были корректно открыты и визуализированы (Таблица 4).

Таблица 4. Результаты импорта Learning Author.

	Файл (тип задания)	Импорт	Визуализация с ошибками	Визуализация без ошибок
1	Matching	N		
2	Paragraph	Y		Y
3	Yes/No	Υ		Y
4	Numerical	Y		Y
5	Multiple choices	Y		Y
6	Short Answer	Υ		Υ
7	Mark all Correct	Y		Y

После того, как были найдены и исправлены ошибки, мешающие импорту в программы *Learning Author* и *Perception*, исправленные файлы снова были опробованы на программе *SARAS QTI Viewer*. Интересно отметить, что в этот раз программа сумела отрыть и корректно отобразить гораздо большее количество тестов, чем в первый раз (Таблица 5).

Таблица 5. Результаты повторного импорта Saras QTI viewer

	Файл (тип задания)	Импорт	Визуализация с ошибками	Визуализация без ошибок
1	Matching	N		
2	Paragraph	Y		Y
3	Yes/No	Υ		Y
4	Numerical	Υ		N
5	Multiple choices	Y		Y
6	Short Answer	Υ		Y
7	Mark all Correct	Υ		Υ

# 5.6 ВЫВОДЫ ИЗ ЧАСТИ 5

1. В настоящее время существует достаточно широкий выбор программного обеспечения, умеющего работать с *QTI* совместимым содержанием. Их можно встретить как в виде простых просмотрщиков, так и в виде модулей импорта-экспорта в составе больших систем управления дистанционным обучением. Стоимость этих систем также варьируется, от бесплатного программного обеспечения, до программных комплексов стоимостью в десятки тысяч крон.

- 2. Практически все программы, представленные на рынке программного обеспечения связанного с переносом тестов имеют свои ограничения. В первую очередь они касаются типов заданий и способов их визуализации. Это накладывает серьезные ограничения на возможности обмена тестами.
- 3. Самую высокую совместимость с другими продуктами среди рассматриваемых показал *Respondus*. Он же имеет и доступную цену. Однако при этом количество типов заданий у этого пакета самое ограниченное.
- 4. Тесты, экспортированные из системы *IVA* и после приведения их к валидному состоянию, все равно содержали ошибки в структуре данных. Одной из критичных ошибок в данном случае является не верное размещение текстов вопроса. Это приводит к потере такой важной информации при импорте в другие системы. Кроме того, было обнаружено, что форматированные *HTML* тегами тексты пишутся с использованием символьных ссылок-мнемоник. Это приводит к тому, что все системы начинают выводить на экран вместо форматированного текста *HTML* код.
- 5. На основании проведенного исследования, можно утверждать, что использование некоторых, вполне валидных элементов в *XML QTI* файлах является нежелательным. В частности, импорт затрудняет использование элементов *section*, *qticomment* и содержащиеся в элементе *questestinterop* атрибуты, связанные с пространством имен *XML*. И хотя спецификацией предусмотрено использование указанных элементов и атрибутов, учитывая их некритичную значимость, для повышения совместимости их желательно по возможности избегать.
- 6. В результате работы автор получил шесть *XML* файлов, максимально совместимых с другими тестовыми системами. Исходный код этих файлов можно увидеть в Приложении 4, куда также помещены исходные тексты файлов оригиналов, полученных из системы *IVA*. Сравнение этих пар должно оказать помощь разработчикам при исправлении ошибок.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая работа посвящена актуальным вопросам интероперабельности тестовых систем. На сегодняшний день единственной широко известной спецификацией, которая позволяет импорт-экспорт тестов между различными системами, является *IMS QTI*. В общепринятых спецификациях или стандартах такой интероперабельности имеется большая необходимость, как у разработчиков, так и у пользователей тестовых систем.

Однако, в практической реализации перемещения тестов между системами возникает множество проблем. Несмотря на все положительные стороны спецификаций *IMS QTI*, предыдущие исследования в этой области (*P. Gorissen*, 2003) показали, что (на 2003 год) ни одно программное обеспечение, декларирующее соответствие спецификациям не выдержало проверку на обмен тестов.

Анализ спецификаций показывает, что разработчики попытались заложить в возможности обмена самые разные требования. Это можно сказать как об организации заданий, так и об их разновидностях. Охвачено такое количество аспектов, которое вряд ли потребуется для использования в рамках одной системы.

Рассмотренное в работе взаимодействие IMS с такими организациями, как *ADL* и *IEEE*, позволяют рассчитывать, что данные спецификации в ближайшем будущем будут стандартизированы. И не смотря на то, что официальных стандартов на сегодняшний день еще не опубликовано, потребность в них и высокое доверие со стороны разработчиков к *IMS* позволяют без опасений применять спецификации уже в настоящее время. Спецификации предлагают простую и логичную структуру XML документа, который способен хранить информацию обо всех распространенных на сегодня типах заданий (интеракций), а также способы последующей обработки ответов и обратной связи.

Основными результатами работы являются следующие:

1. Поведен анализ различных систем (IVA, SARAS QTI Viewer, Authoring Manager, Learning Author, Respondus 3) на соответствие спецификациям QTI. Особое внимание было сосредоточено системе IVA. Практический анализ реализации импорта-экспорта тестов в системе IVA показал, что на момент написания работы она не отвечает спецификациям QTI. Неверное помещение данных в структу-

- ру *XML* приводит к тому, что система зачастую не совместима даже сама с собой. Анализ *XML* файлов с данными показал, что система генерирует не валидные с точки зрения спецификации файлы. Подробно все найденные ошибки приведены и проанализированы в части 4.3.2, стр. 62. Кроме синтаксических неточностей и ошибок, связанных с несоответствием схеме, важно обратить внимание на то, что среди данных разработчики сделали попытку разместить метаданные. Необходимо рассмотреть их перемещение в файл манифеста.
- 2. Выработаны рекомендации для исправления ошибок в системе IVA. В первую очередь необходимо обратить внимание на упаковку объектов. Как показано в работе, без динамической генерации манифеста упаковка теряет всякий смысл. Необходимо организовать динамическое сохранение в манифест метаданных, сопутствующих тесту, в ином случае они при экспорте теряются. Изображения и возможно, в будущем, другие файлы, также должны упаковываться и быть указанными в манифесте. Также необходимо уделить внимание именованию экспортируемых файлов. Даже если подобная идентификация не требуется для работы самой системы IVA, она сделает более удобной манипуляцию с импортированными файлами. Кроме того, не лишним было бы предоставить пользователю возможность импорта в систему не упакованных XML файлов, поскольку многие системы упаковку не поддерживают. Касаясь организации импорта и экспорта, хотелось бы увидеть лучшую обратную связь с пользователем. В частности, необходимо реализовать предупреждения о неверном формате файла, и более понятные, расшифрованные сообщения об ошибках. Для корректной визуализации форматированного текста разработчикам необходимо отказаться от использования ссылок-мнемоник. Каким образом решается эта проблема, автор указывает в части 5.5, стр. 82.
- 3. Выработаны рекомендаций для усовершенствований системы *IVA*. На основании практического исследования автор рекомендует отказаться от использования затрудняющих импорт элементов *section*, *qticomment* и содержащихся в элементе *questestinterop* атрибутов, связанных с пространством имен *XML*. Вероятнее всего, в ближайшее время спецификация *QTI* версии 1.2 начнет терять свою популярность, уступая место новой версии 2.0. В версии 2.0 авторы из *IMS* подвергли архитектуру данных *QTI* серьезной переработке. Теперь не придется сталкиваться с *проблемами визуализации тестов*, поскольку в спецификации

уже не используются деления на типы визуализации. Вместо этого для визуализации предложено использовать *ХНТМL* форматирование. Это кардинально меняет положение дел, поскольку можно визуализировать все, что поддается описанию на *ХНТМL*. А значит, разработчику придется несколько меньше беспокоиться о совместимости, даже в случаях сложных типов визуализации. В связи с этим автор рекомендует разработчикам обратить свое внимание на спецификации *QTI* версии 2.0. С учетом исправления указанных в работе недостатков это должно стать перспективным решением.

Исследование, проведенное в настоящей работе, подтверждает, что и по прошествии двух лет многие проблемы остаются не решенными. Большинство изученных в работе систем не в состоянии обменяться данными даже в том случае, если файлы точно соответствуют спецификациям. И даже в очень дорогих продуктах приходится встречаться с ошибками и ограничениями.

В результате проведенного исследования становится ясно, что реализация системы, соответствующей спецификациям *QTI* является достаточно сложной и трудоемкой задачей. Это обусловлено, во-первых, тем, что тестовые системы, как правило, поддерживают ограниченное количество видов заданий, и, во-вторых, большим разнообразием способов визуализации заданий.

В Эстонии, в области обмена содержанием между обучающими системами пока еще отсутствует большой опыт. Пока не так много тестовых систем реализовано, не утрясено множество юридических вопросов, связанных, например, с авторским правом на электронный контент в обучающей среде. Тем не менее, необходимо отметить, что, несмотря на допущенные ошибки, попытка реализовать соответствие спецификациям в системе *IVA* заслуживает внимания и одобрения. Учитывая тот факт, что учебные заведения в Эстонии используют несколько видов обучающих систем, а в мире их несколько десятков, можно с большой вероятностью предположить, что очень скоро возможности автоматизации обмена тестами будут востребованы. В связи с этим автор надеется, что его работа послужит еще одним шагом к развитию электронного обучения в нашей стране.

## **ЛИТЕРАТУРА**

**Ludger Woessmann**, "Why Students in some Countries Do Better", Education Matters, http://www.educationnext.org/20012/67.pdf 20/04/05 19.30

Williamson M. Evers and Herbert J. Walberg. "Accountability—our best hope for improving American public schools" Hoover Institution Press Publication, 2002

[http://www-hoover.stanford.edu/publications/books/fulltext/accountability/1.pdf]

**Diane Ravitch**. "Testing and Accountability, Historically Considered". Hoover Institution Press Publication, 2002

[http://www-hoover.stanford.edu/publications/books/fulltext/accountability/9.pdf]

Зайчикова Татьяна Николаевна. "Технология педагогического тестирования как средство эффективного управления функционированием и развитием образовательной системы региона" Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук. Нижний Новгород 2003.

[http://orel3.rsl.ru/dissert/zaichikova t n/EBD 311 zajchikovaTN.pdf]

**Тихомиров В.П., Хорошилов А.В., Титарев Д.Л.** "Объектные технологии информатизации образования". [http://www.it-education.ru/archive/2003/reports/tihomirov.htm. 20/04/05 18:30]

Стандарты информационных технологий в обучающих системах. Междисциплинарный центр дополнительного профессионального образования Санкт-Петербургского государственного университета, 2004. [http://dl.nw.ru/standarts/]

**Ю. Е. Хохлов, С. А. Арнаутов**. Обзор форматов метаданных, Институт развития информационного общества, 2003.

[http://www.elbib.ru/index.phtml?env page=methodology/metadata/md review/md descrip dl.html]

**И. П. Норенков**. Система критериев качества учебного процесса для дистанционного образования, МГТУ им. Батмана, 2002.

[http://www.engineer.bmstu.ru/resources/science/02 01 002.htm# Toc26091614]

Learning Technology Standards: An Overview. CETIS (Centre for Educational Technology Interoperability Standards), 2004 [http://www.cetis.ac.uk/static/standards.html]

**Brad A. Myers**. A Brief History of Human Computer Interaction Technology. Carnegie Mellon University, 1996. [http://www.cc.gatech.edu/classes/AY2002/cs4470\_fall/CMU-CS-96-163.pdf]

*IMS Question and Test Interoperability Overview. Final Specification Version 1.2.* [http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti\_oviewv1p2.html]

ASI Information Model Specification, IMS QTI Final Specification Version 1.2, 2002 [http://www.imsglobal.org/question/qtiv1p2/imsqti\_asi\_infov1p2.html]

*Pierre Gorissen*. *Quickscan QTI. Usability study of QTI for De Digitale Universiteit*, 2003 [http://www.gorissen.info/Pierre/qti/Quickscan QTI UK.pdf]

Таблица 6. Основные типы ответов и примеры используемых способов визуализации

Тип ответа	Структура данных	Формат визуализа	Рормат визуализации			
		Single	Multiple	Ordered		
Логический идентифи- катор (Logical Identifier — LID)	Идентичная типу ответа или список идентификаторов. Порядок следования в списке, например, первый выбор, второй выбор и т.п.	Multiple choice  True/false  Slider	Multiple response	<ul> <li>Order objects</li> <li>Connect-the-points</li> <li>Match object</li> <li>Order object</li> <li>Drag object</li> <li>Drag target</li> </ul>		
Координаты X-Y (XY)	Координаты 'х-у' центра объекта для каждого идентификатора объекта или список координат 'х-у'. Порядок следования в списке, например, первый выбор, второй выбор и т.п.	Image hot spot	Order objects	Connect-the-points		
Строковый (String — STR)	Напечатанная строка для каждого идентификатора ответа.	Fill-in-blank Select text Short answer Essay				
Числовой ( <i>Numerical</i> — NUM)	Номер, введенный для каждого идентификатора ответа.	Fill-in-blank Slider				
Логическая группа (Logical Groups — GRP)	Идентификаторы ответа и группы, соответствующие каждому набору объектов.	Match objects Drag object Drag target	Match objects Drag objects Drag targets	<ul><li>Match objects</li><li>Order objects</li></ul>		

### Код отладчика возвращаемый системой IVA при ошибке импорта теста.

Below are error details. You can send this to IVA team. For instructions click here Error type: IndexError Error value: list index out of range Error traceback: Traceback (innermost last): Module ZPublisher.Publish, line 113, in publish Module ZPublisher.mapply, line 88, in mapply Module ZPublisher.Publish, line 40, in call\_object Module Products.iva.CourseManager, line 855, in import\_form\_handler Module Products.iva.ImportExportIMS, line 2212, in processFile Module Products.iva.ImportExportIMS, line 2066, in otsiTOC Module Products.iva.ImportExportIMS, line 2003, in otsiTarget Module Products.iva.ImportExportIMS, line 1933, in leiaLahendus Module Products.iva.ImportExportIMS, line 2182, in processFile Module Products.iva.ImportExportIMS, line 2272, in kontrolliEsimeneElement Module Products.iva.ImportExportIMS, line 552, in importQT IndexError: list index out of range 

Листинг 16. Файл imsmanifest.xml, генерируемый системой IVA.

```
<?xml version="1.0"?>
<manifest identifier="IVA" version="1" xmlns="http://www.imsproject.org/xsd/ims_cp_rootv1p1"</pre>
xmlns:imsmd="http://www.imsproject.org/xsd/ims_md_rootv1p1.xsd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.imsproject.org/xsd/ims_cp_rootv1p1
http://www.imsproject.org/xsd/ims_cp_rootv1p1.xsd
http://www.imsproject.org/xsd/ims md rootv1p1
http://www.imsproject.org/xsd/ims_md_rootv1p1.xsd">
   <metadata>
      <schema>IMS Content</schema>
      <schemaversion>1.1</schemaversion>
      <imsmd:record>
         <imsmd:general>
            <imsmd:title>
               <imsmd:langstring xml:lang="en-US">Data exported from IVA. See
http://www.htk.tpu.ee/iva</imsmd:langstring>
            </imsmd:title>
         </imsmd:general>
      </imsmd:record>
   </metadata>
   <organizations>
      <organization identifier="courses">
         <item identifier="item_6603" identifierref="resource_6603">
            <title>QTI test</title>
         </item>
      </organization>
   </organizations>
   <resources>
      <resource href="qti.xml" identifier="resource_6603" type="imsqti_xmlv1p1">
         <file href="qti.xml"/>
      </resource>
   </resources>
</manifest>
```

Листинг 17. Задание типа *Mark all correct*. Файл, генерируемый при импорте из системы *IVA*. Нежелательные элементы подчеркнуты, неверно использованные элементы и атрибуты подчеркнуты двойной линией.

```
<?xml version="1.0"?>
<questestinterop_xmlns="http://www.imsqlobal.org/xsd/ims_qtiasiv1p2"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/ims_qtiasiv1p2
file:///C:/Documents%20and%20Settings/Vladimir/Desktop/ims_qtiasiv1p2.xsd">
   <a href="mailto:<qticomment"><qticomment</a> Here is a set of questions and tests from IVA</aticomment>
   <section answers="0" ident="test10" open="0" randomize="0" title="Mark all Correct "
type="0">
      <metadata>
         <timelimit end="-1" repeat="-1" start="-1"/>
            <group end="-1" name="DuMmY67891" repeat="-1" start="-1"/>
         </groups>
         <persons/>
         <description>Multiple choice interaction</description>
      </metadata>
      <userresponses/>
      <item ident="yl1" title="MitmikvalikYlesanne">
         <gticomment>Which of the following elements are used to form water? &lt;IMG
src="kysiPilt?pildinr=0" align=right border=0></qticomment>
         ontation>
            <flow>
                <material>
                   <mattext/>
                </material>
                <response_lid ident="yl1" rcardinality="Multiple">
                   <render choice shuffle="Yes">
                      <response_label ident="0">
                         <flow mat>
                            <material>
                               <mattext>Hydrogen</mattext>
                            </material>
                         </flow_mat>
                      </response_label>
                      <response_label ident="1">
                         <flow mat>
                            <material>
                               <mattext>Helium</mattext>
                            </material>
                         </flow_mat>
                      </response_label>
                      <response_label ident="2">
                         <flow_mat>
                            <material>
                               <mattext>Carbon</mattext>
                            </material>
                         </flow mat>
                      </response label>
                      <response_label ident="3">
                         <flow_mat>
                            <material>
```

```
<mattext>Oxygen</mattext>
                        </material>
                     </flow mat>
                  </response_label>
                  <response label ident="4">
                     <flow_mat>
                        <material>
                           <mattext>Nitrogen</mattext>
                        </material>
                     </flow_mat>
                  </response_label>
               </render_choice>
            </response_lid>
         </flow>
      </presentation>
      <resprocessing>
         <outcomes>
            <decvar maxvalue="10.0" vartype="Integer"/>
         </outcomes>
         <respcondition title="Correct">
            <conditionvar>
               <varequal respident="yl1">0</varequal>
               <varequal respident="yl1">3</varequal>
            </conditionvar>
            <setvar action="Add">10.0</setvar>
         </respcondition>
      </resprocessing>
      <itemfeedback ident="0">
         <flow_mat>
            <material>
               <mattext/>
            </material>
         </flow_mat>
      </itemfeedback>
      <itemfeedback ident="1">
         <flow_mat>
            <material>
               <mattext/>
            </material>
         </flow_mat>
      </itemfeedback>
      <itemfeedback ident="2">
         <flow mat>
            <material>
               <mattext/>
            </material>
         </flow_mat>
      </itemfeedback>
      <itemfeedback ident="3">
         <flow_mat>
            <material>
               <mattext/>
            </material>
         </flow mat>
      </itemfeedback>
      <itemfeedback ident="4">
         <flow_mat>
            <material>
               <mattext/>
            </material>
         </flow mat>
      </itemfeedback>
   </item>
</section>
```

```
</questestinterop>
```

### Листинг 18. Задание типа Mark all correct в исправленном виде.

```
<?xml version="1.0"?>
<questestinterop>
   <item ident="yl1" title="Elements of water">
      coresentation>
         <flow>
            <material>
               <mattext texttype="text/html"><![CDATA[Which of the following elements are
used to form water? ]]></mattext>
            </material>
            <response_lid ident="yl1" rcardinality="Multiple">
               <render choice shuffle="Yes">
                  <response_label ident="0">
                     <flow_mat>
                        <material>
                           <mattext>Hydrogen</mattext>
                        </material>
                     </flow mat>
                  </response label>
                  <response label ident="1">
                     <flow_mat>
                        <material>
                           <mattext>Helium</mattext>
                        </material>
                     </flow mat>
                  </response label>
                  <response label ident="2">
                     <flow mat>
                        <material>
                           <mattext>Carbon</mattext>
                        </material>
                     </flow mat>
                  </response_label>
                  <response_label ident="3">
                     <flow mat>
                        <material>
                           <mattext>Oxygen</mattext>
                        </material>
                     </flow_mat>
                  </response_label>
                  <response label ident="4">
                     <flow_mat>
                        <material>
                           <mattext>Nitrogen</mattext>
                        </material>
                     </flow mat>
                  </response label>
               </render choice>
            </response lid>
         </flow>
      </presentation>
      <resprocessing>
         <outcomes>
            <decvar maxvalue="10.0" vartype="Integer"/>
         </outcomes>
         <respcondition title="Correct">
            <conditionvar>
               <varegual respident="yl1">0</varegual>
               <varegual respident="yl1">3</varegual>
            </conditionvar>
            <setvar action="Add">10.0</setvar>
```

```
</respcondition>
     </resprocessing>
     <itemfeedback ident="0">
         <flow mat>
            <material>
               <mattext/>
            </material>
         </flow mat>
     </itemfeedback>
     <itemfeedback ident="1">
         <flow mat>
            <material>
               <mattext/>
            </material>
         </flow mat>
     </itemfeedback>
     <itemfeedback ident="2">
         <flow_mat>
            <material>
               <mattext/>
            </material>
         </flow mat>
      </itemfeedback>
     <itemfeedback ident="3">
         <flow mat>
            <material>
               <mattext/>
            </material>
         </flow_mat>
     </itemfeedback>
     <itemfeedback ident="4">
         <flow mat>
            <material>
               <mattext/>
            </material>
         </flow mat>
      </itemfeedback>
   </item>
</questestinterop>
```

Листинг 19. Задание типа *Matching text*. Файл, генерируемый при импорте из системы *IVA*. Нежелательные элементы подчеркнуты, неверно использованные элементы и атрибуты подчеркнуты двойной линией.

```
<?xml version="1.0"?>
 <questestinterop xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/ims gtiasiv1p2"</pre>
 xmlns:xsi="http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema-instance"
 xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/ims_gtiasiv1p2"
http://www.imsglobal.org/xsd/ims_gtiasiv1p2.xsd">
            <qticomment>Here is a set of questions and tests from IVA</qticomment>
            <section answers="0" ident="test3" open="0" randomize="0" title="Matching text" type="0">
                                    <timelimit end="1128149400.0" repeat="-1" start="1125149400.0"/>
                                    <groups/>
                                    <persons/>
                                    <description>Match interaction example</description>
                        </metadata>
                        <userresponses/>
                        <item ident="yl1" title="VastavusYlesanne">
                                   <a href="color: blue;"><a time="color: blue;"
                                    ontation>
                                                <flow>
                                                            <material>
```

```
<mattext/>
               </material>
               <response grp ident="yl1" rcardinality="Multiple">
                   <render choice shuffle="Yes">
                      <response label ident="p0" rrange="Exact" rshuffle="Yes">
                         <material>
                            <mattext texttype="text/plain">Red</mattext>
                         </material>
                      </response_label>
                      <response_label ident="p1" rrange="Exact" rshuffle="Yes">
                         <material>
                            <mattext texttype="text/plain">Yellow</mattext>
                         </material>
                      </response label>
                      <response label ident="p2" rrange="Exact" rshuffle="Yes">
                         <material>
                            <mattext texttype="text/plain">Green</mattext>
                         </material>
                      </response label>
                      <response_label ident="v0" match_group="p0,p1,p2" match_max="1"</pre>
rrange="Exact" rshuffle="Yes">
                         <material>
                            <mattext texttype="text/plain">Apple</mattext>
                         </material>
                      </response label>
                      <response_label ident="v1" match_group="p0,p1,p2" match_max="1"
rrange="Exact" rshuffle="Yes">
                         <material>
                            <mattext texttype="text/plain">Banana</mattext>
                         </material>
                      </response_label>
                      <response_label ident="v2" match_group="p0,p1,p2" match_max="1"
rrange="Exact" rshuffle="Yes">
                            <mattext texttype="text/plain">Kiwi</mattext>
                         </material>
                      </response label>
                  </render_choice>
               </response_grp>
            </flow>
         </presentation>
         <resprocessing>
             <outcomes>
                <decvar maxvalue="10.0" vartype="Integer"/>
            </outcomes>
            <respcondition title="Correct">
               <conditionvar>
                   <and>
                      <varsubset respident="yl1" setmatch="Exact">v0,p0</varsubset>
                      <varsubset respident="yl1" setmatch="Exact">v1,p1</varsubset>
                      <varsubset respident="yl1" setmatch="Exact">v2,p2</varsubset>
                  </and>
               </conditionvar>
               <setvar action="Add">10.0</setvar>
            </respcondition>
         </resprocessing>
      </item>
   </section>
</questestinterop>
Листинг 20. Задание типа Matching text в исправленном виде.
<?xml version="1.0"?>
<questestinterop>
```

```
<item ident="yl1" title="VastavusYlesanne">
      oresentation>
         <flow>
             <material>
                <mattext>Match the pairs</mattext>
             </material>
             <response_grp ident="yl1" rcardinality="Multiple">
                <render choice shuffle="Yes">
                   <response_label ident="p0" rrange="Exact" rshuffle="Yes">
                      <material>
                          <mattext texttype="text/plain">Red</mattext>
                      </material>
                   </response_label>
                   <response_label ident="p1" rrange="Exact" rshuffle="Yes">
                          <mattext texttype="text/plain">Yellow</mattext>
                      </material>
                   </response label>
                   <response_label ident="p2" rrange="Exact" rshuffle="Yes">
                      <material>
                         <mattext texttype="text/plain">Green</mattext>
                      </material>
                   </response label>
                   <response label ident="v0" match group="p0,p1,p2" match max="1"</pre>
rrange="Exact" rshuffle="Yes">
                      <material>
                          <mattext texttype="text/plain">Apple</mattext>
                      </material>
                   </response_label>
                   <response_label ident="v1" match_group="p0,p1,p2" match_max="1"
rrange="Exact" rshuffle="Yes">
                      <material>
                         <mattext texttype="text/plain">Banana</mattext>
                      </material>
                   </response_label>
                   <response_label ident="v2" match_group="p0,p1,p2" match_max="1"
rrange="Exact" rshuffle="Yes">
                      <material>
                         <mattext texttype="text/plain">Kiwi</mattext>
                      </material>
                   </response label>
                </render choice>
             </response_grp>
         </flow>
      </presentation>
      <resprocessing>
         <outcomes>
             <decvar maxvalue="10.0" vartype="Integer"/>
         </outcomes>
         <respcondition title="Correct">
             <conditionvar>
                <and>
                   <varsubset respident="yl1" setmatch="Exact">v0,p0</varsubset>
                   <varsubset respident="yl1" setmatch="Exact">v1,p1</varsubset>
<varsubset respident="yl1" setmatch="Exact">v2,p2</varsubset>
                </and>
             </conditionvar>
             <setvar action="Add">10.0</setvar>
         </respcondition>
      </resprocessing>
   </item>
</questestinterop>
```

Листинг 21. Задание типа *Multiple choice*. Файл, генерируемый при импорте из системы *IVA*. Нежелательные элементы подчеркнуты, неверно использованные элементы и атрибуты подчеркнуты двойной линией.

```
<?xml version="1.0"?>
<questestinterop xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/ims_gtiasiv1p2"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/ims_qtiasiv1p2
http://www.imsqlobal.org/xsd/ims_qtiasiv1p2.xsd">
   <gticomment>Here is a set of questions and tests from IVA</qticomment>
   <section answers="0" ident="test7" open="0" randomize="0" title="Multiple choices"</pre>
type="0">
      <metadata>
         <ti><timelimit end="1128156043.22" repeat="-1" start="1125156043.22"/></ti>
         <persons/>
         <description>Multiple choices example</description>
      </metadata>
      <userresponses/>
      <item ident="yl1" title="YksikvalikYlesanne">
         <qticomment>&lt;P&gt;&lt;FONT face=arial&gt;Look at the text in the
picture.</FONT&gt;&lt;/P&gt; &lt;P align=center&gt;&lt;IMG src=&quot;kysiPilt?pildinr=0&quot;
align=center border=0></P&gt; &lt;P align=left&gt;What does it
say?</P&gt;</gticomment>
         ontation>
            <flow>
               <material>
                  <mattext/>
               </material>
               <response_lid ident="yl1" rcardinality="Single">
                  <render_choice shuffle="Yes">
                      <response label ident="0">
                         <flow mat>
                            <material>
                               <mattext>You must stay with your luggage at all
times.</mattext>
                            </material>
                         </flow mat>
                      </response_label>
                      <response_label ident="1">
                         <flow mat>
                               <mattext>Do not let someone else look after your
luggage.</mattext>
                            </material>
                         </flow_mat>
                      </response label>
                      <response_label ident="2">
                         <flow mat>
                            <material>
                               <mattext>Remember your luggage when you leave.</mattext>
                            </material>
                         </flow mat>
                      </response_label>
                  </render_choice>
               </response_lid>
            </flow>
         </presentation>
         <resprocessing>
            <outcomes>
               <decvar maxvalue="10.0" vartype="Integer"/>
            </outcomes>
            <respcondition title="Correct">
```

```
<conditionvar>
                  <varequal respident="yl1">0</varequal>
               </conditionvar>
               <setvar action="Add">10.0</setvar>
            </respcondition>
         </resprocessing>
         <itemfeedback ident="0">
            <flow mat>
               <material>
                  <mattext/>
               </material>
            </flow mat>
         </itemfeedback>
         <itemfeedback ident="1">
            <flow mat>
               <material>
                  <mattext/>
               </material>
            </flow_mat>
         </itemfeedback>
         <itemfeedback ident="2">
            <flow mat>
               <material>
                  <mattext/>
               </material>
            </flow_mat>
         </itemfeedback>
      </item>
   </section>
</questestinterop>
```

Листинг 22. Задание типа *Multiple choice* в исправленном виде. В задании используется ссылка на изображение.

```
<?xml version="1.0"?>
<questestinterop>
   <item ident="yl1" title="YksikvalikYlesanne">
      ontation>
         <flow>
            <material>
               <mattext texttype="text/html"><![CDATA[<P><FONT face=arial>Look at the
text in the picture.</FONT></P><P align=left>What does it say?</P> <div align="center"><img
src="picture.jpg" alt="Picture" /></div>]]></mattext>
            </material>
            <response_lid ident="yl1" rcardinality="Single">
               <render_choice shuffle="Yes">
                   <response_label ident="0">
                     <flow_mat>
                            <mattext>You must stay with your luggage at all times.</mattext>
                         </material>
                     </flow mat>
                  </response label>
                  <response_label ident="1">
                     <flow_mat>
                         <material>
                            <mattext>Do not let someone else look after your lug-
gage.</mattext>
                         </material>
                     </flow_mat>
                  </response_label>
                  <response label ident="2">
                     <flow mat>
```

```
<material>
                           <mattext>Remember your luggage when you leave.</mattext>
                        </material>
                     </flow mat>
                  </response label>
               </render_choice>
            </response lid>
         </flow>
      </presentation>
      <resprocessing>
         <outcomes>
            <decvar maxvalue="10.0" vartype="Integer"/>
         </outcomes>
         <respcondition title="Correct">
            <conditionvar>
               <varequal respident="yl1">0</varequal>
            </conditionvar>
            <setvar action="Add">10.0</setvar>
            <displayfeedback feedbacktype="Response" linkrefid="0"/>
         </respcondition>
      </resprocessing>
      <itemfeedback ident="0" view="Candidate">
         <flow mat>
            <material>
               <mattext>Correct</mattext>
            </material>
         </flow mat>
      </itemfeedback>
   </item>
</questestinterop>
```

Листинг 23. Задание типа *Numerical*. Файл, генерируемый при импорте из системы *IVA*. Нежелательные элементы подчеркнуты, неверно использованные элементы и атрибуты подчеркнуты двойной линией.

```
<?xml version="1.0"?>
<questestinterop xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/ims_gtiasiv1p2"</pre>
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/ims_qtiasiv1p2
http://www.imsglobal.org/xsd/ims_gtiasiv1p2.xsd">
        <a href="equations-and-tests-from-IVA</a>/qticomment>
         <section answers="0" ident="test6" open="0" randomize="0" title="Numerical" type="2">
                <metadata>
                         <timelimit end="-1" repeat="-1" start="-1"/>
                         <groups/>
                         <persons/>
                         <description>Numerical value </description>
                 </metadata>
                 <userresponses/>
                 <item ident="yl1" title="ArvuvahemikuliseVastusegaYlesanne">
                          <a href="editor: square;"><a href="editor: s
fied people who identified themselves as Jedi Knights as having no religion. In fact, the Jedi ac-
counted for more than 4% of this group!<BR&qt;In total, what percentage of the UK population
do you think were eventually classifed as having no religion?</qticomment>
                          oresentation>
                                 <flow>
                                          <material>
                                                  <mattext/>
                                          </material>
                                          <response_num ident="yl1" numtype="Decimal" rcardinality="Single">
                                                  <render_fib fibtype="Decimal" prompt="Box">
                                                           <response label ident="A"/>
```

```
</render fib>
                 </response num>
              </flow>
          </presentation>
          <resprocessing>
              <outcomes>
                 <a href="mailto:<a href="mailto:square;"><a href="mailto:qticomment"><a href="mailto:qticomment"><a href="mailto:qticomment"><a href="mailto:square;">qticomment</a>>
                 <decvar maxvalue="10.0" vartype="Integer"/>
              </outcomes>
              <respcondition title="Correct">
                 <conditionvar>
                     <vargte respident="yl1">12.0</vargte>
                    <varequal respident="yl1">16.0</varequal>
                    <varlte respident="yl1">20.0</varlte>
                 </conditionvar>
                 <setvar action="Add">10.0</setvar>
              </respcondition>
          </resprocessing>
       </item>
    </section>
</questestinterop>
Листинг 24. Задание типа Numerical в исправленном виде.
<?xml version="1.0"?>
<questestinterop>
    <item ident="yl1" title="ArvuvahemikuliseVastusegaYlesanne">
       coresentation>
          <flow>
              <material>
                 <mattext texttype="text/html"><![CDATA[Much to the dismay of Star Wars fans,
the 2001 UK national census classified people who identified themselves as Jedi Knights as having
no religion. In fact, the Jedi accounted for more than 4% of this group! In total, what percentage of
the UK population do you think were eventually classifed as having no religion?]]></mattext>
              </material>
              <response_num ident="yl1" numtype="Decimal" rcardinality="Single">
                 <render_fib fibtype="Decimal" prompt="Box">
                     <response label ident="A"/>
                 </render fib>
              </response num>
          </flow>
       </presentation>
       <resprocessing>
          <outcomes>
              <decvar maxvalue="10.0" vartype="Integer"/>
          </outcomes>
          <respcondition title="Correct">
              <conditionvar>
                 <vargte respident="vl1">12.0</vargte>
                 <varlte respident="yl1">20.0</varlte>
              </conditionvar>
              <setvar action="Add">10.0</setvar>
          </respcondition>
       </resprocessing>
    </item>
</questestinterop>
Листинг 25. Задание типа Paragraph. Файл, генерируемый при импорте из системы IVA. Нежела-
```

листинг 25. Задание типа *Paragraph*. Фаил, генерируемыи при импорте из системы *IVA*. Нежелательные элементы подчеркнуты, неверно использованные элементы и атрибуты подчеркнуты двойной линией.

```
<?xml version="1.0"?>
```

104

```
<questestinterop xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/ims_gtiasiv1p2"</pre>
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/ims_qtiasiv1p2
http://www.imsglobal.org/xsd/ims_gtiasiv1p2.xsd">
   <gticomment>Here is a set of questions and tests from IVA</qticomment>
   <section answers="2" ident="test4" open="0" randomize="0" title="Paragraph" type="1">
      <metadata>
         <timelimit end="-1" repeat="-1" start="-1"/>
         <groups/>
         <persons>
            <person end="-1" name="DuMmY67891" repeat="-1" start="-1"/>
         </persons>
         <description>Extended text interaction</description>
      </metadata>
      <userresponses/>
<item ident="yl1" title="TekstivastusegaYlesanne">
         <qticomment>&lt;P align=left&qt;&lt;FONT face=arial&qt;What size is your town? What
is the nicest part of your town?<IMG src=&quot;kysiPilt?pildinr=0&quot; align=right bor-
der=0></FONT&gt;&lt;/P&gt;</qticomment>
         oresentation>
            <flow>
               <material>
                  <mattext/>
               </material>
               <response str ident="yl1" rcardinality="Ordered">
                  <render_fib enconding="UTF_8" fibtype="String" prompt="Box">
                      <response_label ident="A"/>
                  </render_fib>
               </response str>
            </flow>
         </presentation>
      </item>
   </section>
</questestinterop>
Листинг 26. Задание типа Paragraph в исправленном виде.
<?xml version="1.0"?>
<questestinterop>
   <item ident="vl1" title="TekstivastusegaYlesanne">
      ontation>
         <flow>
               <mattext texttype="text/html"><![CDATA[<P align=left><FONT face=arial>What
size is your town? What is the nicest part of your town?</FONT></P>]]></mattext>
            </material>
            <response str ident="vl1" rcardinality="Ordered">
               <render fib encoding="UTF 8" fibtype="String" prompt="Box">
                   <response label ident="A"/>
               </render fib>
            </response str>
         </flow>
      </presentation>
   </item>
</guestestinterop>
Листинг 27. Задание типа Short Answer. Файл, генерируемый при импорте из системы IVA. Неже-
лательные элементы подчеркнуты, неверно использованные элементы и атрибуты подчеркнуты
двойной линией.
<?xml version="1.0"?>
<questestinterop xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/ims_qtiasiv1p2"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema-instance"
```

```
xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/ims_gtiasiv1p2"
http://www.imsglobal.org/xsd/ims_gtiasiv1p2.xsd">
      <qticomment>Here is a set of questions and tests from IVA</qticomment>
      <section answers="0" ident="test8" open="0" randomize="0" title="Short Answer" type="2">
            <metadata>
                  <timelimit end="-1" repeat="-1" start="-1"/>
                  <groups/>
                  <persons>
                        <person end="-1" name="DuMmY67891" repeat="-1" start="-1"/>
                  </persons>
                  <description>Short Answer example</description>
            </metadata>
            <userresponses/>
            <item ident="yl1" title="OigeTekstivastusegaYlesanne">
                  <a href="mailto:strength: strength: lines;"><a href="mailto:strength: strength: streng
from Shakespeare's Richard III.</STRONG&gt;&lt;/P&gt;
<P&gt;&lt;FONT face=arial&gt;Now is the winter of our discon-
tent<BR&gt;&lt;/FONT&gt;&lt;FONT face=arial&gt;Made glorious summer by this sun
of</FONT&gt; ...&lt;/P&gt;</gticomment>
                  ontation>
                        <flow>
                              <material>
                                    <mattext/>
                              </material>
                              <response str ident="yl1" rcardinality="Single">
                                    <render_fib encoding="UTF_8" fibtype="String">
                                          <response_label ident="A"/>
                                    </render_fib>
                              </response str>
                        </flow>
                  </presentation>
                  <resprocessing>
                        <outcomes>
                              <decvar maxvalue="10.0" vartype="Integer"/>
                        </outcomes>
                        <respcondition title="Correct">
                              <conditionvar>
                                    <varequal respident="yl1">York</varequal>
                                    <varequal respident="yl1">york</varequal>
                              </conditionvar>
                              <setvar action="Add">10.0</setvar>
                        </respcondition>
                  </resprocessing>
            </item>
      </section>
</questestinterop>
Листинг 28. Задание типа Short Answer в исправленном виде.
<?xml version="1.0"?>
<questestinterop>
      <item ident="yl1" title="OigeTekstivastusegaYlesanne">
            oresentation>
                  <flow>
                        <material>
                              <mattext texttype="text/html"><![CDATA[<P><STRONG>Identify the missing
word in this famous quote from Shakespeare's Richard III. </STRONG></P> <P><FONT
face=arial>Now is the winter of our discontent<BR></FONT><FONT face=arial>Made glorious
summer by this sun of</FONT> ...</P>]]></mattext>
                        </material>
                        <response str ident="yl1" rcardinality="Single">
                              <render fib encoding="UTF 8" fibtype="String">
                                    <response label ident="A"/>
                              </render fib>
```

```
</response_str>
         </flow>
      </presentation>
      <resprocessing>
         <outcomes>
            <decvar maxvalue="10.0" vartype="Integer"/>
         </outcomes>
         <respcondition title="Correct">
            <conditionvar>
               <varequal respident="yl1">York</varequal>
               <varequal respident="yl1">york</varequal>
            </conditionvar>
            <setvar action="Add">10.0</setvar>
         </respcondition>
      </resprocessing>
   </item>
</questestinterop>
```

Листинг 29. Задание типа Yes/No. Файл, генерируемый при импорте из системы IVA. Нежелательные элементы подчеркнуты, неверно использованные элементы и атрибуты подчеркнуты двойной линией.

```
<?xml version="1.0"?>
<questestinterop xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/ims_qtiasiv1p2"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/ims_qtiasiv1p2
http://www.imsglobal.org/xsd/ims_gtiasiv1p2.xsd">
   <qticomment>Here is a set of questions and tests from IVA/qticomment>
   <section answers="1" ident="test5" open="0" randomize="0" title="Yes/No" type="0">
      <metadata>
         <timelimit end="-1" repeat="-1" start="-1"/>
         <groups>
            <group end="-1" name="DuMmY67891" repeat="-1" start="-1"/>
         </groups>
         <persons/>
         <description>Choice interaction</description>
      </metadata>
      <userresponses/>
      <item ident="yl1" title="ValikYlesanne">
         <qticomment>&lt;SPAN&gt;&lt;FONT face=&quot;times new roman&quot; color=maroon
size=1&qt;Paris is the Capital of France?</FONT&qt;&lt;/SPAN&qt;</qticomment>
         oresentation>
            <flow>
               <material>
                  <mattext/>
               </material>
               <response lid ident="yl1" rcardinality="Single">
                  <render_choice>
                     <flow label>
                        <response_label ident="T">
                           <material>
                              <mattext>True</mattext>
                           </material>
                        </response label>
                        <response label ident="F">
                           <material>
                              <mattext>False</mattext>
                           </material>
                        </response label>
                     </flow_label>
                  </render_choice>
               </response_lid>
            </flow>
```

```
</presentation>
         <resprocessing>
            <outcomes>
               <decvar maxvalue="10.0" vartype="Integer"/>
            </outcomes>
            <respcondition title="Correct">
               <conditionvar>
                   <varequal respident="yl1">T</varequal>
               </conditionvar>
               <setvar action="Add">10.0</setvar>
            </respcondition>
         </resprocessing>
      </item>
   </section>
</questestinterop>
Листинг 30. Задание типа Yes/No в исправленном виде.
<?xml version="1.0"?>
<questestinterop>
   <item ident="yl1" title="ValikYlesanne">
      oresentation>
         <flow>
            <material>
               <mattext texttype="text/html"><![CDATA[<SPAN><FONT face="times new ro-</pre>
man" color=maroon size=1>Paris is the Capital of France?</FONT></SPAN>]]></mattext>
            </material>
            <response_lid ident="yl1" rcardinality="Single">
               <render choice>
                   <flow label>
                      <response label ident="T">
                         <material>
                            <mattext>True</mattext>
                         </material>
                      </response_label>
                      <response_label ident="F">
                         <material>
                            <mattext>False</mattext>
                         </material>
                      </response label>
                  </flow label>
               </render choice>
            </response_lid>
         </flow>
      </presentation>
      <resprocessing>
         <outcomes>
            <decvar maxvalue="10.0" vartype="Integer"/>
         </outcomes>
         <respcondition title="Correct">
            <conditionvar>
                <varegual respident="yl1">T</varegual>
            </conditionvar>
            <setvar action="Add">10.0</setvar>
         </respcondition>
      </resprocessing>
   </item>
</questestinterop>
```

Листинг 31. Задание типа *Percent*. Файл, генерируемый при импорте из системы *IVA*. Нежелательные элементы подчеркнуты, неверно использованные элементы и атрибуты подчеркнуты двойной линией.

```
<?xml version="1.0"?>
<questestinterop xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/ims_qtiasiv1p2"</pre>
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/ims_qtiasiv1p2
http://www.imsglobal.org/xsd/ims_qtiasiv1p2.xsd">
   <qticomment>Here is a set of questions and tests from IVA</qticomment>
<section answers="0" ident="test9" open="0" randomize="0" title="Percent" type="0">
       <metadata>
           <timelimit end="-1" repeat="-1" start="-1"/>
           <groups/>
           <persons/>
           <description>Percent example</description>
       </metadata>
       <userresponses/>
       <item ident="yl1" title="ProtsentYlesanne">
           <qticomment>Find the missing component </qticomment>
           ontation>
               <flow>
                   <material>
                      <mattext/>
                   </material>
               </flow>
           </presentation>
           <points>10.0</points>
           <searching>0</searching>
           <solvent>
               <min>110.0</min>
               <max>1000.0</max>
               <names>water; distilled water
               <type>g</type>
           </solvent>
           <soluble>
               <min>10.0</min>
               <max>100.0</max>
               <names>salt; sugar</names>
               <type>g</type>
           </soluble>
           <accuracy>10.0</accuracy>
           <scoring>0</scoring>
       </item>
    </section>
</questestinterop>
```

# **KOKKUVÕTE**

Käesolev töö on pühendatud testisüsteemide koostalitlusvõime aktuaalsetele küsimustele. Teatavasti on erinevate süsteemide vahel testide migreerimist (st importi ja eksporti) võimaldavaks momendi ainsaks laialt tuntud spetsifikatsiooniks *IMS Question & Test Interoperability (IMS QTI*, edaspidi ka *QTI*). Selliste testisüsteemide koostalitlusvõime spetsifikatsioonide ja standardite järele on väga suur vajadus, nende olemasolu ja kasutamine aitab oluliselt lihtsustada nii testisüsteemide väljatöötajate kui ka kasutajate tööd.

Spetsifikatsioonid pakuvad lihtsa ja loogilise *XML*-dokumendi struktuuri, mis võimaldab säilitada informatsiooni kõikidest tänapäeval kasutatavatest ülesannete tüüpidest, vastuste töötlemise ja tagasiside viisidest. Samas tekib testide praktilisel migreerimisel erinevate süsteemide vahel terve rida probleeme. Uuringud näitasid (*P. Gorissen*, 2003), et vaatamata *IMS QTI* spetsifikatsiooni positiivsetele külgedele ei taganud 2003. aasta seisuga mitte ükski testisüsteem, mis oli enda *IMS QTI* spetsifikatsioonidele vastavust deklareerinud, testide korrektset migreerimist.

Spetsifikatsioonide analüüs näitab, et nende väljatöötajad on püüdnud täita kõige erinevamaid nõudeid, seda nii testitüüpide kui ka testide esitusviiside osas. Hõlmatud on sellisel hulgal aspekte, mida ühe süsteemi raames vaevalt kasutada õnnestub.

Vaatamata sellele, et tänapäeval ametlikud standardid veel puuduvad, vajadus nende järele ja tarkvaraarendajate usaldus *IMS* vastu lubavad neid spetsifikatsioone juba praegu rakendada kui standardeid. *IMS* koostöö selliste organisatsioonidega nagu *ADL* ja *IEEE* annab alust arvata, et vaadeldavad spetsifikatsioonid lähitulevikus ametlike standarditena ka kehtestatakse

### Töö põhitulemused on järgmised:

1. Teostatud on erinevate süsteemide (*IVA*, *SARAS QTI Viewer*, *Authoring Manager*, *Learning Author*, *Respondus 3*) *IMS QTI* spetsifikatsioonidele vastavuse analüüs. Erilist tähelepanu oli pühendatud õpihaldussüsteemile *IVA*. Testide migreerimise praktiline analüüs süsteemis *IVA* näitas, et see vähemalt käesoleva töö kirjutamise ajal ei vastanud *IMS QTI* spetsifikatsioonidele. Andmete ebaõige paigutus vastava *XML*-

dokumendi struktuuris loob olukorra, et süsteem ei ole ühilduv isegi iseendaga; tulenes see otseselt asjaolust, et süsteemi poolt genereeritavad failid ei vasta spetsifikatsioonidele. Leitud vead on põhjalikumalt kirjeldatud ja analüüsitud osas 4.3.2, lk. 62. Lisaks süntaktilistele ebatäpsustele ja vigadele peab mainima ka seda, et IVA väljatöötajad on püüdnud andmete seas esitada ka meta-andmed. IVA järgnevates versioonides peaks metaandmed ümber paigutama manifestifaili (manifesti).

- 2. Välja on töötatud soovitused süsteemi IVA vigade parandamiseks. Olulisimad soovitused seonduvad objektide pakkimisega. Nagu töös sai näidatud, kaotab pakkimine ilma manifesti dünaamilise genereerimiseta igasuguse mõtte. Vajalik on testi metaandmete dünaamiline salvestamine manifestis, vastasel juhul lähevad need eksportimisel kaduma. Graafilised objektid ja tulevikus ehk ka muud tüüpi failid tuleb samuti pakkida ja lisada nendele vastavad viited manifesti. Samuti peab ette nägema võimaluse eksporditud failidele kasutajapoolseks nimetuste omistamiseks, see lihtsustaks failide importi teistesse süsteemidesse (vaid süsteemiga IVA töötades selline võimalus otseselt vajalik ei ole). Kuna mitmed süsteemid pakkimist ei toeta, siis peaks olema võimalik importida ka pakkimata XML-faile. Failide migreerimisel on soovitatav anda kasutajatele oluliselt põhjalikumat tagasisidet, sh teateid valest failiformaadist ja arusaadavalt sõnastatud veateated. Kujundatud teksti korrektseks kuvamiseks peaks loobuma mnemooniliste viidete kasutamisest; selle probleemi võimalik lahendus on kirjeldatud osas 5.5, lk. 83.
- 3. Välja on töötud soovitused õpihaldussüsteemi *IVA* täiustamiseks. Tuginedes uuringute käigus saadud kogemustele, soovitab autor loobuda importi raskendavate elementide <section> ja <qticomment> kasutamisest, aga samuti *XML* nimeruumiga seotud elemendi <questestinterop> atribuutidest. Suure tõenäosusega hakkab spetsifikatsiooni *QTI* versiooni 1.2 osakaal lähiajal kiiresti vähenema, mistõttu peaks edaspidi tuginema versioonile 2.0. Versioonis 2.0 on oluliselt muudetud *QTI* andmete arhitektuuri, mistõttu oluliselt on lihtsustunud näiteks testide visuaalne esitamine (uues spetsifikatsioonis ei kasutata enam kujundustüüpe). Selle asemel on pakutud *XHTML* kujunduse kasutamist. See muudab kardinaalselt olukorda, kuna kujundamisel saab kasutada *XHTML* vahendeid. See omakorda vähendab ühilduvuse probleeme isegi keeruliste kujundustüüpide jaoks. Spetsifikatsiooni *QTI* versiooni 2.0 kasutamine lihtsustaks ka mitmete käesolevas töös nimetatud puuduste kõrvaldamist.

Käesolev uuring näitas, et selle läbiviimise kahe aasta jooksul ei ole tervele reale testide migreerimisega seonduvatele probleemidele leitud rahuldavaid lahendusi. Enamus analüüsitud tarkvarast ei ole võimelised vahetama andmed isegi sel juhul kui failid täpselt vastavad spetsifikatsioonidele, seda isegi suhteliselt kalli kommertstarkvara korral.

Uuringute tulemusena selgus, et *QTI* spetsifikatsioonidele vastava süsteemi realiseerimine on väga keeruline ja töömahukas. See on tingitud esiteks sellest, et testikeskkonnad reeglina toetavad vaid piiratud arvu ülesandetüüpe, ja teiseks sellest, et ülesannete graafilisel kujutamisel kasutatakse väga palju erinevaid võtteid.

Eestis hetkel puudub piisav sisu vahetamise kogemus erinevate õpihaldussüsteemide vahel. Mõnes õpihaldussüsteemis ei ole testikeskkondi üldse realiseeritud, lahendamata on mitmed elektroonilise materjali kasutamisega seonduvad juriidilised (eelkõige autoriõigustega seonduvad) küsimused.

Samas tuleb tunnistada, et vaatamata teatud vigadele ja spetsifikatsioonidele mittevastavusele on testide realiseerimine süsteemis IVA igati heakskiitu ja toetamist väärt. Arvestades sellega, et Eesti õppeasutused kasutavad erinevaid õpihaldussüsteeme, maailmas on neid aga sadu, võib suure tõenäosusega oletada, et nõudmine testide automatiseeritud migreerimist võimaldavate vahendite järele järjest suureneb. Autor loodab, et ka antud töö sellele teatud panuse annab.