

Самахова Александра Александровна

ЕВРОПЕЙСКИЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЕКТ ПО ДИНАМИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ «ИНТЕРГЕО»

В этом году Центр информатизации образования «КИО» был включен в список ассоциированных партнёров европейского образовательного проекта по динамической геометрии ИнтерГео, а автор статьи стала представителем Центра в этом проекте. Проект, о котором пойдёт речь в данной статье, открывает уникальные возможности как перед преподавателями и их учениками, так и перед разработчиками программного обеспечения учебного назначения.

В последнее десятилетие с невероятной быстротой разрабатывались различные программные средства, целью которых было обогащение процесса обучения в школах с помощью тех или иных компьютерных средств и технологий. И на сегодняшний день рынок информационно-коммуникационных технологий в образовании переполнен огромным количеством разнопланового программного обеспечения. Чтобы не утомлять читателя, не будем сейчас подробно останавливаться на сравнении упомянутых выше программ, лишь отметим, что одной из наиболее перспективных областей применения компьютерных технологий в обучении безусловно, является интерактивная геометрия. Упражнения и задачи, созданные с помощью её инструментов и средств, легко иллюстрируют и визуализируют понятия и методы различных научных областей. Поэтому использование интерактивных геометрических моделей развивает и совершенствует навыки обучения

не только в математике, но и в химии, физике и даже в биологии.

Главная цель проекта ИнтерГео как раз и состоит в том, чтобы способствовать созданию и дальнейшему развитию цифровых учебно-методических материалов динамической геометрии для обучения предметам естественно-математического цикла. Для вдохновения всех участников образовательного процесса организаторы проекта стремились сделать их более доступными, качественными и простыми в использовании.

Идея динамической геометрии, или интерактивных геометрических систем (далее – ИГС) насчитывает уже около 20 лет. Поясним, что же мы понимаем под понятием интерактивной (или динамической) геометрии. Для читателя, хорошо знакомого с ИГС, следующий раздел может показаться неинтересным. Поэтому он скорее адресован неподготовленному читателю, который только начал или начинает своё знакомство с этой новой для себя областью.

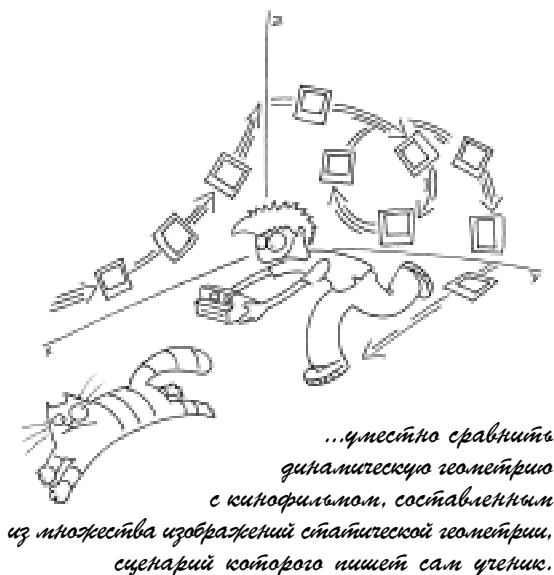
ЧТО ТАКОЕ ИНТЕРАКТИВНАЯ ГЕОМЕТРИЯ?

Иллюстрации в учебниках, учебные макеты, диаграммы и чертежи в практических тетрадах и на классных досках – всё это примеры педагогических инструментов, проверенных многолетней практикой преподавания во всём мире. Сейчас ни у кого не возникает вопросов или сомнений о на-

добности их применения в качестве сопровождающих материалов лекционного курса или практического занятия. Их использование кажется нам естественной и неотъемлемой частью всего образовательного процесса. Но часто данных средств недостаточно для истинного понимания учеником темы занятия. Тут-то на помощь преподавателям и приходит интерактивная геометрия. Она расширяет возможности перечисленных «статических» средств иллюстрации научных понятий, позволяя ученику динамически управлять объектами, лежащими в их основе. Пожалуй, уместно сравнить динамическую геометрию с кинофильмом, составленным из множества изображений статической геометрии, сценарий которого пишет сам ученик.

В отличие от традиционного геометрического чертежа, выполненного на листе бумаги с помощью циркуля и линейки, чертеж, созданный в среде динамической геометрии, – это модель, сохраняющая не только результат построения, но и исходные данные, алгоритм построения и математические зависимости между объектами. При этом все данные легко доступны для изменения (можно перемещать мышью точки, варьировать длины отрезков, вводить с клавиатуры новые значения числовых данных и т. п.). И результат этих изменений тут же, в динамике, виден на экране компьютера. Добавим к этому расширенный набор инструментов построений (включающий, например, геометрические преобразования), возможности оформления чертежа (стиль линий, цвет), возможность анимации (автоматического перемещения объектов) – и мы получим представление об основных возможностях, предоставляемых типичной средой динамической геометрии. Эскизы с геометрическими фигурами, разработанные с помощью данных сред, будто «оживают», поэтому иногда динамическую геометрию называют «живой» (см. рис. 1).

Данный компьютеризованный математический инструментальный, моделирующий технический аппарат математики, создан специально для учебных целей. Ученик свободен в выборе действий и, благодаря «об-



ратной связи» с управляемыми им объектами, овладевает новыми математическими понятиями на интуитивном уровне. Такие среды динамической геометрии предоставляют свободу и гибкость как ученику для самостоятельных экспериментов, так и учителю для «наращивания» на них, как на остовах, различных методических материалов и использования их при реализации различных педагогических подходов.

ЧТО ТАКОЕ «ИНТЕРГЕО»?

Неудивительно, что идея внедрения в учебные программы средств динамической геометрии привлекает к себе все больше и больше внимания среди образовательных

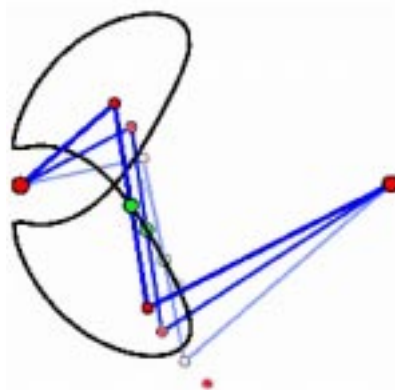


Рис. 1. Перемещение конструкции трехзвенного механизма

институтов. По данным социологического исследования ИнтерГео около 25% стран-участниц ЕС уже включили в учебные планы и образовательные программы использование ИГС, но примерно вдвое больше стран остаются приверженцами традиционного подхода в изучении математики и, в частности, геометрии [2]. Так или иначе, использование в образовательных институтах ИГС остается непростой задачей. Несмотря на то, что существует большое количество ИГС и учебных материалов, относящихся к их использованию, на практике они применяются в учебных классах нерегулярно и поэтому неэффективно. Многие преподаватели, вследствие тех или иных причин, не знают о новых возможностях, которые открывает перед ними ИГС, или же просто не имеют доступа к программному обеспечению и/или необходимым ресурсам.

Проект ИнтерГео выделил 3 основные причины, которые являются своеобразными барьерами на пути интеграции ИГС в образовательные программы учебных классов [2]:

1. Барьер поиска

Под этим подразумевается проблема поиска и доступа к огромному числу ресурсов. Использование поисковых систем, например таких, как Google, при попытке отыскать те или иные файлы, которые разработчик ИГС выложил в сеть Интернет, не всегда эффективно и часто очень трудозатратно.

2. Барьер совместимости

В настоящее время на рынке информационных технологий представлено огромное количество различных программных продуктов по динамической геометрии, каждый из которых использует свой собственный файловый формат геометрических построений. Поэтому, даже если мы преодолели первый барьер и нашли необходимый нам файл с нужными геометрическими построениями, это еще не значит, что мы автоматически сможем его использовать в нашей ИГС. Вполне возможно, что для того чтобы открыть его, нам понадобится уста-

новить новую систему, в которой был создан именно этот файл.

3. Барьер качественного оценивания

Даже если нам удастся найти файл с потенциально нужными геометрическими построениями, файловый формат которого будет совместим с нашей ИГС, нет никаких гарантий, что он в действительности будет пригоден для образовательных целей. Итак, образовательные ресурсы дифференцируются не только по степени того, насколько их трудно найти или применить, но и насколько они качественны и подходят для конкретной педагогической цели.

Сегодня, как никогда, учителя нуждаются в информационной поддержке, чтобы знать точные ответы на вопросы: какое программное обеспечение нужно использовать, где можно найти необходимые ресурсы, подходит ли данный ресурс для работы в учебном классе.

Европейские лидеры в производстве интерактивного программного обеспечения по геометрии решили организовать такой проект, который поможет учителям свободно разбираться и перемещаться в этом разнообразии компьютерных средств. Этим проектом и стал ИнтерГео. Другими словами, ИнтерГео (от англ. InterGeo – **I**nteroperable **I**nteractive **G**eometry for Europe – Интероперабельная Интерактивная Геометрия для Европы) – это проект Европейского Союза, реализованный в качестве веб-платформы, предоставляющей доступ к большому числу проверенных интерактивных геометрических конструкций и различных учебных материалов. Этот проект стартовал в октябре 2007 года и будет финансироваться до сентября 2010 в рамках программы eContent Plus Европейской комиссии и другими партнерами.

ИнтерГео даёт возможность учителям и ученикам со всего мира использовать опыт, накопленный экспертами в области интерактивной геометрии, для того чтобы преподавать творчески и учиться увлекательно.

Множество цифровых образовательных ресурсов и материалов с интерактивными построениями, часть которых уже инте-

рирована в платформу, будут доступны в едином файловом формате, основанном на стандарте OpenMath XML. Отмеченные соответствующими метаописаниями и классифицированные в соответствии с введенными критериями они будут доступны для быстрого поиска и пригодны для использования всеми пользователями платформы.

Консорциум *ИнтерГео* объединяет партнеров из шести различных европейских стран. Разработка этого проекта протекает внутри данного консорциума, однако сам проект должен покрывать языковое пространство как минимум двадцати пяти стран Европейского союза. Поэтому *ИнтерГео* разрабатывает многоязыковой портал и такую систему управления базой данных, которая бы позволяла любому пользователю использовать содержащиеся в ней ресурсы, переводя и адаптируя их для каждого конкретного «практического сообщества». Чтобы пользователь мог использовать любой материал заново в своем собственном контексте, *ИнтерГео* разрабатывает специальный «кросс-программный» поиск. Разработчики данного проекта адаптируют любой ресурс платформы к школьным программам как минимум всех двадцати пяти стран, каждая из которых имеет свой собственный словарь педагогических терминов и понятий, используемый пользователями для описания этих ресурсов. Для реализации этого сложного поиска, о котором мы поговорим позднее, *ИнтерГео* опирается на исследования одного из своих партнеров (Немецкий Исследовательский Центр искусственного интеллекта, Германия – DFKI, German Research Center for Artificial Intelligence) и на специализированные онтологии, разработанные в другом европейском проекте *LeActiveMath* [2].

Фактически первое программное обеспечение динамической геометрии *Cabri* было разработано во Франции в 1989, и с тех пор эта страна стала лидером рынка по интерактивным геометрическим системам по всему миру вместе с Америкой и её программным продуктом «Живая Геометрия» («*The Geometers Sketchpad*»). Компания *Cabrilog*, разработчики *Cabri*, является од-

ним из опытнейших партнеров консорциума в сфере разработки и сопровождения программного обеспечения по динамической геометрии. Важно отметить, что именно она предоставила большую часть информационного наполнения платформы *И2гео*.

Перевод информационного наполнения изначально не являлся задачей, решаемой в рамках данного проекта, но его создатели не препятствуют и даже приветствуют инициативу пользователей поспособствовать проекту и осуществить перевод самим в случае такой необходимости. Как было отмечено ранее, РФ стала полноправным партнером данного проекта, вследствие чего русский язык был включен в список поддерживаемых платформой языков. Роль же проекта в мультиязыковом аспекте – помочь и предоставить возможность учителям идентифицировать подходящие информационные ресурсы, соответствующие их учебным потребностям, даже если они были размещены представителем другой страны.

ИнтерГео основывает свою деятельность на открытых решениях, развивая сотрудничество и вовлекая в разработку проекта всех заинтересованных лиц. Кто эти люди?

- Группы разработчиков программных продуктов по интерактивной геометрии. Как мы уже отмечали ранее, ведущие европейские специалисты этой области уже являются членами консорциума проекта.
- Группы разработчиков систем электронного обучения, которые главным обра-



...любому пользователю использовать содержащиеся в ней ресурсы, переводя и адаптируя их для каждого конкретного «практического сообщества».

зом заинтересованы в интеграции мультимедийных образовательных инструментов и средств, таких как системы управления знаниями, программы тестирования и т. д. Хорошим примером такого партнерства может служить Немецкий Исследовательский Центр искусственного интеллекта (DFKI, German Research Center for Artificial Intelligence).

- Научные и педагогические школы исследователей, внутри которых разрабатываются все математические модели, на которых основывается потом всё программное обеспечение сред динамической геометрии.

- Конечные пользователи систем и технологии электронного обучения: группы преподавателей, объединенные в специализированные сообщества сетью и технологиями Интернет.

- Институты и министерства образования, заинтересованные в стандартизации используемых в процессе обучения терминов и понятий

и т. д.

Ключевыми моментами в разработке проекта с интероперабельными, функционально совместимыми цифровыми учебными материалами по динамической геометрии являются как создание необходимых технических средств (например разработка единого файлового формата), так и привлечение большого числа пользователей для классификации и оценки уже существующих и доступных ресурсов платформы, а также для интеграции в систему новых материалов.

Проект ИнтерГео, во-первых, должен облегчить доступ к цифровым материалам, их созданию и дальнейшему использованию путем централизации и обеспечения полной функциональной совместимости как на общеевропейском, так и на мировом уровнях. Во-вторых, проект должен поднять качество таких ресурсов добавлением к ним четких педагогических и качественных оценок, которые могут быть получены за счет метаописаний, аннотаций и комментариев заинтересованного круга лиц. В-третьих, он должен укрепить сотрудничество между существующими сообществами с помощью

разработки новых международных стандартов и открытых лицензий.

ПЛАТФОРМА И2ГЕО И ЕЁ ВОЗМОЖНОСТИ

Платформа И2гео (от англ. I2geo) доступна через сеть Интернет по адресу <http://i2geo.net/> и ориентирована на пользователей различных ИГС, большинство из которых применяют их непосредственно для обучения в школах или других образовательных институтах. Выбор такой целевой аудитории определил миссию данной платформы как поддержку следующих важных функций [2]:

- возможность публикации интерактивных геометрических конструкций в сети с рецензиями самих авторов данных конструкций;

- автоматическое конвертирование различных форматов, соответствующих различным программным продуктам по динамической геометрии;

- возможность рецензировать свои ресурсы и искать ресурсы других пользователей на родном языке данного пользователя, используя те термины и понятия, которые соответствуют стандартам «практического сообщества» данной страны и научной школы.

И2гео базируется на следующих веб-приложениях [2]:

- Куррики (от англ. Curriki) – веб-приложение, основанное на движке XWiki, которое разработано для совместного создания и изучения качественных учебных программ и других образовательных ресурсов, собранных на сервере (<http://www.curriki.org/>). Куррики подчиняется Универсальной Общественной Лицензии GNU (GNU General Public License, кратко GNU GPL). Все особенности Куррики используются в И2гео, кроме некоторых свойств метаданных (тем и уровней образования) и средств поиска.

- Поиск И2гео (от англ. SearchI2G) – веб-приложение, основанное на Apache solr, осуществляющее информационный поиск. Это приложение было разработано одним из партнёров проекта ИнтерГео DFKI GmbH под Общественной Лицензией Apache (the

Apache Public License [Ara08]) и интегрировано в платформу И2Гео, чтобы осуществлять «кросс-программный поиск» ресурсов, размещенных на данной платформе.

Если читателя заинтересует данный проект, то он всегда может зарегистрироваться на указанном выше сайте (см. рис. 2). Это откроет доступ к его личной странице участника проекта, что позволит загружать в систему любой образовательный ресурс (видео, геометрические построения, документы и т. д.), создавать образовательные программы с помощью специального мастера шаблонов, находить любые другие полезные ресурсы, создавать свои или присоединяться к существующим группам, обсуждать учебные и личные темы в чатах, группах и многое другое.

ОСОБЕННОСТИ «КРОСС-ПРОГРАММНОГО» ПОИСКА

Еще до начала работы над проектом Консорциум ИнтерГео выделил более 3000 интерактивных образовательных ресурсов, рекомендованные к использованию пользователями платформы. Все они были в дальнейшем интегрированы в платформу, так что теперь полностью доступны и снабжены метаописанием. Это позволило ранжировать образовательные ресурсы по предметам, темам, уровням образования и возрастам предполагаемой аудитории и т. д.

Главная цель платформы ИнтерГео – позволить преподавателям обмениваться между собой файлами с геометрическими построениями и связанными с ними учеб-



Рис. 2. Регистрационная форма ИнтерГео

ными материалами. Но что значит обмениваться ресурсами?

Будем понимать под таким обменом взаимодействие между следующими ролями:

- Роль составителя ресурса. В его задачи входит предоставление информации об авторстве, правах использования, тематической и педагогической информации о ресурсе, которым он пополнил базу данных платформы.

- Роль «искателя» ресурса. В его задачи входит перемещение по базе данных платформы ИнтерГео и поиск в ней релевантного ресурса для его изучения, модифицирования, оценивания и т. д. [4].

Фундаментальной особенностью ИнтерГео является то, что с помощью так называемого кросс-программного поиска и составитель, и искатель ресурса могут использовать разные языки в речевом смысле и оперировать разными математическими терминами при описании или соответственно при вводе запроса, но обращаться при этом к одному и тому же ресурсу.

Рассмотрим простой пример. Допустим, мы хотим найти ресурс с геометрической интерпретацией «Теорема Фалеса». Если бы мы использовали обычную систему поиска, то было бы достаточно ввести ключевые слова на родном языке – «Теорема Фалеса», чтобы найти соответствующий ресурс. Но проблема в том, что дословный перевод одного и того же математического понятия с одного языка на другой не даст нам одинаковый результат. Эта проблема возникает из-за существенных различий в принятых системах обозначений и названий одних и тех же математических понятий в

различных странах. Поэтому и в образовательных программах, написанных на разных языках, не будет строго языкового соответствия. Так, в приведенном выше запросе русский, француз или испанец, введя соответственно «теорема Фалеса», «théorème de Thalès» или «teorema de Tales», получат теорему из курса планиметрии о том, что параллельные прямые отсекают на секущих пропорциональные отрезки (см. рис. 3), а вот англичанин или немец при запросах «Thales' Theorem» и «Satz des Thales» соответственно получат теорему о том, что плоский угол, опирающийся на диаметр окружности, – прямой (см. рис. 4).

Поэтому для описания тематической и образовательной информации о загружаемом в систему ресурсе роли составителя ресурса не достаточно. Для данной работы вводится новая роль – роль кодировщика ресурса. Стандарты математических терминов различных образовательных программ заимствованы ИнтерГео из официальных источников, одобренных министерствами образований, и могут быть откорректированы самими преподавателями для их же удобства. [4]

Таким образом, для организации кросс-программного поиска образовательного ресурса кодировщик должен расширить описание, предоставленное составителем ресурса, включив в него все возможные математические понятия, относящиеся к данному ресурсу, а также дополнительную информацию. Тщательное исследование всех возможных стандартов программ показало, что для полного описания образовательного ресурса достаточно следующих трех ингре-

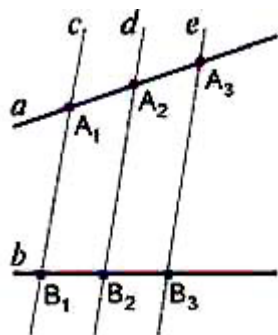


Рис. 3. Теорема Фалеса 1

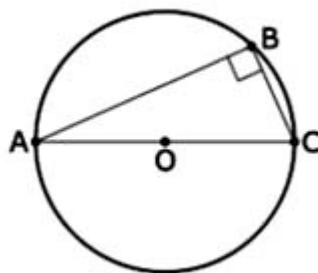


Рис. 4. Теорема Фалеса 2

диентов: это так называемые темы, назначение («компетенции») и уровень образования. Таким образом, мы определили онтологию, построенную на этих трех компонентах, используемую в рамках проекта *ИнтерГео*, *GeoSkills* – ее название [4].

Теперь поясним вышесказанное на конкретном примере.

Для описания геометрического построения, интерпретирующего Теорему Фалеса, используем следующие компоненты:

Тема – это объект изучения данного ресурса – «теорема Фалеса», «равнобедренный треугольник», «параллельные прямые».

Назначение – это компонента, составленная из «возможности данного ресурса», выраженной глаголом, и темы – «определение параллельных прямых».

Уровень образования – эта компонента описывает предполагаемую аудиторию: место ее расположения, тип образовательного учреждения, и уровень этой аудитории – «Россия, Санкт-Петербург, средняя школа, 7–9 класс».

Подробную информацию о кросс-программном поисковике *И2Гео* можно найти в [4].

ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА РЕСУРСОВ

Для оценивания качества образовательных ресурсов, размещенных на платформе *ИнтерГео*, были созданы специальные вопросники, которые свободно могут заполняться заинтересованными преподавателями. Данные вопросники помогают в достижении следующих целей [3]:

- Ранжирование ресурсов, с тем чтобы в списке релевантных результатов запроса сначала отображались ресурсы, отмеченные тегом – «хороший», а затем уже ресурсы, отмеченные тегом – «плохой».

- Помочь автору ресурса улучшить его за счет критериев оценки качества, которые были отмечены другими пользователя системы.

Процедура анкетирования комплексная и состоит из двух вопросников (простого и достаточно сложного), чтобы обеспечить одновременно быстрое (двухминутное) и глупое



...составитель, и искатель ресурса могут использовать разные языки... и оперировать разными математическими терминами...

бокое (требующее больше временных затрат для тщательного педагогического ознакомления с ресурсом) оценивание.

Для быстрого оценивания пользователю предлагается дать ответы на 8 общих утверждений по принципу «согласен – не согласен»:

- «Описание ресурса нахожу адекватным его содержанию».
- «Ресурс технически прост в использовании».
- «Ресурс подходит для использования в учебных классах» и т. д. [3].

Каждый из этих общих вопросов при желании пользователя-рецензента может быть раскрыт, что позволит изучить ресурс более подробно и сформировать более глубокие, с педагогической точки зрения, критерии оценки данного ресурса. Более тщательное оценивание ресурса имеет больший вес, нежели ответы на 8 общих вопросов.

Подробное оценивание проводится дважды для формирования априорной и апостериорной оценки, соответственно до проведения урока в классе с использованием данного ресурса и после него. Вторая оценка считается более важной, имеющей больший вес, нежели первая.

Оценки пользователей имеют различный вес. Так, оценка пользователя, оценившего наиболее правильно и подробно большее количество ресурсов системы или являющегося экспертом в области образования, будет принята к сведению с большим ве-

сом, нежели оценка среднестатистического пользователя. Пассивное или негативное поведение пользователя, наоборот, снизит вес его оценки ресурса. Также во внимание будет приниматься и социальный фактор, то есть преподаватель сам может отмечать соответствующим флагом «лидер» своих коллег для поднятия веса их оценки, если их анализ ресурсов ему понравился. Проведение работ по оцениванию качества было запланировано на конец апреля, – начало мая 2009 года [3].

ЕДИНЫЙ ФАЙЛОВЫЙ ФОРМАТ

Единый файловый формат ИнтерГео – формат, предназначенный для описания любой конструкции, созданной с помощью интерактивных геометрических систем. В настоящее время существующая версия единого формата работает только с объектами на плоскости, но в дальнейшем, планируется расширить формат и для работы с построениями в пространстве [1].

В наши дни существует огромное разнообразие программных продуктов, реализующих ИГС. До создания проекта ИнтерГео каждая система для манипулирования файлами с геометрическими построениями использовала свой собственный формат. Для преодоления отмеченного нами ранее барьера при интеграции ИГС в образовательный процесс ИнтерГео поставила цель – привлечь разработчиков для присоединения к проекту, чтобы адаптировать свои программные продукты к единому файловому формату. И нужно сказать, что реализует ее вполне успешно. Сейчас можно констатировать тот факт, что в разработке единого файлового формата ИнтерГео принимают участие ведущие специалисты-разработчики известных ИГС (Cinderella, GeoPlan/



Рис. 5. Структура единого файлового формата

GeoSpace, Cabri, GEONExT, GeoGebra, Wiris, TracenPoche, Geometrix, DynaGeo).

Конечное видение единого файлового формата ИнтерГео представляется следующим:

- Файлы с геометрическими построениями, поддерживающие единый файловый формат, не зависят от конкретной программной платформы конкретной ИГС, которые в равной степени взаимозаменяемы для просмотра, изменения и сохранения данного файла.
- Единый файловый формат основывается на современных технологиях.
- Конечная версия данного формата будет признана стандартом.
- Единый файловый формат носит достаточно гибкий характер, так что это позволяет сохранять использование в ИГС их особенностей [1].

Вообще говоря, поддержка различными ИГС единого файлового формата является задачей, тесно связанной, но не равной задаче описания геометрических конструкций. Например, вопросы, связанные с некоторыми возможностями ИГС, такими как оформление (выбор цвета построения, размер точки и т. д.), перемещение объектов с помощью курсора мыши, не имеют никакого смысла в теоретической геометрии. Поэтому для реализации формата недостаточно теоретического описания геометрической конструкции.

Единый файловый формат ИнтерГео состоит из трех основных слоев. Каждый

construction/	mandatory
construction/intergeo.xml	mandatory
construction/preview.pdf	optional
construction/preview.svg	optional
construction/preview.png	optional
metadata/	optional
metadata/i2g-lom.xml	optional
resources/	optional
resources/<image-files>	optional
resources/<audio-files>	optional
resources/<video-files>	optional
resources/<data-files>	optional
resources/<text-files>	optional
private/	optional
private/<domain-name>/	optional
private/<domain-name>/<files>	optional

Рис. 6. Пример слоя «контейнер»

слой отличается по своему назначению и может существовать сам по себе. На рис. 5 показана структура слоев.

Слой «контейнер» может быть описан как ZIP файл. Это означает, что контейнер представляет собой пакет сжатых файлов, используемых для определения геометрической конструкции. В нем содержатся важный файл *intergeo.xml* и другие файлы, такие как мультимедия (изображения, аудио, видео), данные и текст [1], рис. 6.

В слое *intergeo.xml* описываются правила, которым должны следовать XML-файлы, чтобы правильно отображать геометрическую конструкцию ИГС. Этот слой предназначен для определения общей структуры файла, того, как различные утверждения, построенные из символов, и атомарные значения (числа, переменные, тексты и формулы) должны быть закодированы. Пример таких правил иллюстрирует рис. 7. Тем не менее, перечень символов, которые составляют эти утверждения, не является частью этого слоя.

Слой списка символов представляет собой коллекцию Словарей Контента OpenMath. Каждый словарь представляет собой XML файл, который собирает описание ряда связанных между собой символов. Все словари содержат исчерпывающее перечисление допустимых геометрических

```
<xs:element name="construction">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element ref="elements" />
      <xs:element ref="constraints" />
      <xs:element ref="display" minOccurs="0"
        maxOccurs="unbounded" />
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

Рис. 7. Пример *intergeo.xml*

элементов, которые могут быть использованы для создания геометрической конструкции [1].

Выпуск следующей версии единого файлового формата был запланирован на июль 2009 года. Вторая версия формата должна будет работать с более обширным кругом геометрических элементов: поддерживать полярную систему координат, различные возможности оформления, написание скриптов и функций и многие другие важные аспекты [1].

В заключение отметим, что данный проект поистине уникален. Он аккумулирует все возможные «практические сообщества», заинтересованные в обучении предметам естественно-математического цикла с помощью средств динамической геометрии, что уже является достижением само по себе, так как это реальная возможность обсудить все интересующие вопросы за одним большим «круглым столом».

Литература

1. *Hendriks, M., Kreis, Y., Kortenkamp, U. & Marquès*, Deliverable: D3.3.Common File Format v1. <http://i2geo.net/files/D3.3-Common-File-Format-v1.pdf>
2. Intergeo Interoperable Interactive Geometry for Europe. Description of Work. Annex1. Intergeo Project (Ed.) <http://intern.inter2geo.eu/system/files/%252Fusr/local/drupal/sites/intern.inter2geo.eu/files/Intergeo+DoW+Inofficial+Version.pdf>
3. *Mercat, C. et al.* Quality Assessment Plan. Deliverable: D6.1 http://i2geo.net/files/D6.1_060508.pdf
4. *Paul Libbrecht, Cyrille Desmoulins, Christian Mercat, Colette Laborde, Michael Dietrich, and Maxim Hendriks.* Cross-Curriculum Search for Intergeo. <http://i2geo.net/files/Intergeo-Search-Tool-MKM08-1.pdf>

Самахова Александра Александровна,
выпускница математико-механического факультета СПбГУ.



Наши авторы, 2009.
Our authors, 2009.