

## **Использование инструментального подхода к популяризации научных знаний**

А.Ф. Пухов

аспирант кафедры информатики математико-механического факультета,  
Санкт-Петербургский государственный университет,  
ул. Кораблестроителей, 42/1, г. Санкт-Петербург, 199155, (812) 3515383  
[puhov\\_alex@mail.ru](mailto:puhov_alex@mail.ru)

### **Аннотация**

Статья посвящена инструментальной форме представления знаний и её применению в популяризации научных идей и процессе обучения. Приведены и проанализированы примеры использования виртуальных инструментов для освоения новых идей. Сформулированы основные особенности инструментального подхода к популяризации знаний на основе теоретических и исследований и результатов практики. Рассмотрены вопросы переработки научных статей и их представление в виде интерактивных популярных изданий. Проанализированы различные типы подобных электронных публикаций, и их существенные особенности, такие как множественность форм представления знаний, механизм верификации и др.

This article is dedicated to the instrumental form of knowledge representation and its application in the popularization of scientific ideas. The article describes and analyzes different examples of virtual instruments that are used in scope of educational process. Theoretical research and practical results are considered the base of the instrumental approach. The aspects concerning the scientific articles transformation and their representation in a new interactive way are also included into the article. Electronic publications classification and the main principles of their development and operation are given.

### **Ключевые слова**

инструменты в обучении, популяризация знаний, представление знаний;  
educational instruments, knowledge popularization, knowledge  
representation.

### **Введение**

В истории человечества происходит постепенное изменение форм передачи социального опыта, от осуществления совместных действий родителей и детей и использования устных форм передачи знания к появлению средств письменности и специальных институтов обучения, в которых зафиксированные сведения используются не только, как содержание передаваемого знания, но и как инструменты для их передачи.

Например, физические модели реальных явлений или компьютерные манипуляторы, ориентированные на передачу определенных знаний, представляют новые недавно возникшие формы представления научного знания.

Появление средств машинной обработки информации привело, с одной стороны, к частичной замене печатных носителей информации электронными, а с другой стороны послужило постепенному принципиальному изменению и самих форм представления информации: помимо «линейного» – текстового – представления, появилось «ветвящееся» – гипертекстовое – представление, стали развиваться так называемые мультимедийные средства передачи информации, объединяющие в себе, кроме уже перечисленных форм, звуковые и видео записи.

В отличие от гипертекста, звуковые и видеозаписи пока используются в таком виде, при котором плохо поддаются анализу и модификации. Однако параллельно с использованием электронных средств для хранения информации в привычных формах (текстовой, аудио, видео), активно развивается и другой способ представления информации – инструментальный.

Развитие инструментального способа представления информации происходит естественным образом, так как компьютерные инструменты начинают играть все большую роль в научных исследованиях.

С одной стороны, создаваемые для исследовательских целей инструментальные средства уже своим появлением осуществляют структурирование предметной области знаний, вводя базовые понятия и возможные действия с ними.

С другой стороны, специалисты, работающие с этими базовыми инструментальными средствами, сохраняют свой научный опыт и результаты исследований в форме новых инструментов, моделей, алгоритмов и прочих, привязанных к базовым инструментальным средствам. Таким образом, появляется новый вид представления информации, который используется при передаче знаний между специалистами одной предметной области.

Главная идея автора данной статьи состоит в том, что инструментальные средства можно положить в основу популяризации научных знаний.

Следует пояснить, что мы понимаем под термином «инструментальные средства».

В основе этого термина лежит понятие орудия в таком смысле, как оно сформулировано в работах Л.С. Выготского [1], а именно, как внешнего объекта – орудия, посредством которого человек овладевает собственными интеллектуальными механизмами.

В качестве таких объектов для первобытного человека выступала, например, палка, а в процессе эволюции, вместо манипулирования внешними инструментами, человек переходит к манипулированию их именами – знаками, что проявляется в форме языка.

Другой составляющей понятия «инструментальные средства» является идея интериоризации (процесс перехода внешнего представления знания во внутреннее), развитая в работах А.Н. Леонтьева [2] и связанная с деятельностным подходом к обучению.

Роль инструментальных средств в реализации этого подхода заключается в том, чтобы опосредовать выносимые вовне интеллектуальные операции, которые представляют трудности для данного обучаемого. Выполняя операции со специально разработанными средствами, ученик включает в действие

психологический механизм интериоризации, который обеспечивает перевод действий во внутренний план или, другими словами, усвоение того или иного материала.

Наконец, третьей составляющей понятия «инструментальные средства» является понятие «умных вещей» (шире: микромиров), которые создаются, как правило, с помощью компьютерных программ.

Использование компьютера здесь определяется экономическими соображениями, хотя в музеях занимательной науки можно встретить «умные вещи» в материальном, а не виртуальном воплощении. Работы С. Паперта [3] показали, как, опосредуя через подобные инструменты свою деятельность, ученик на основе психологического феномена рефлексии овладевает новым знанием.

### **Примеры использования инструментальных средств для популяризации научных знаний**

Один из наиболее характерных подходов к использованию инструментальных средств для пропаганды научных знаний представлен в работах Г. Хартела (H. Haertel) по ликвидации недопонимания у учащихся физических закономерностей окружающего мира [4].

Так, после ряда тестовых обследований учеников школ и колледжей разных стран ему удалось выяснить, что большинство школьников осмысливает окружающий мир на основе доньютоновой (аристотелевой) концептуализации.

В качестве средства преодоления этого непонимания Г. Хартелом были разработаны специальные электронные материалы, в которых соединялись визуальное представление физических явлений (внешний образ явлений) с математическими моделями этих явлений (сущность физических явлений).

В результате созданные материалы предлагают учащемуся определенный способ взаимодействия, при котором система способна адекватно реагировать на изменения основных ее параметров. Созданные таким образом компьютерные модели можно отнести к интерактивным средствам обучения, основанным на инструментальном моделировании предметной области.

Другой важный пример использования инструментальных средств для популяризации научных знаний представлен в серии работ, связанных с созданием небольших компьютерных фильмов по математике («математических этюдов») под руководством Н.Н. Андреева, научного сотрудника Математического института им. В.А. Стеклова Российской академии наук. Предметной основой этого проекта являются трудные или нерешённые математические проблемы, суть которых (постановка проблемы или идея решения) может быть на популярном языке представлена «читателям-зрителям» в форме компьютерной анимации.

В этом примере, на первый взгляд, отсутствует идея интерактивности, поскольку никаких иных действий, кроме просмотра фильма, зрителю делать нельзя. В то же время, этот проект можно отнести к интерактивным средствам по следующим соображениям:

1. Фильм является визуализацией некоторой идеи (например, задачи о делении заданного угла на три равные части с помощью циркуля и линейки).

Тем самым, этот подход аналогичен знаменитому подходу древних индусов к доказательству математических фактов, состоящим в предъявлении наглядного рисунка с комментарием «Смотри!»;

2. В теории проблемного обучения М.И. Махмутова [5, 6], В.Т. Кудрявцева [7] отмечается, что проблемная ситуация может создаваться как при диалоговом, так и при монологическом ведении урока.

В последнем случае преподаватель организует «сопереживание» постановке задачи так, что по степени влияния на интеллектуальное развитие ученика это равносильно возникновению проблемной ситуации при непосредственном взаимодействии ученика с предметом изучения.

Следующим примером является проект «DADemo», представляющий собой набор интерактивных сюжетов, демонстрирующих основные алгоритмы курса дискретной математики (например, решето Эратосфена или суффиксный массив), выполненный под руководством И.В. Романовского, доктора физ.-мат.-наук, профессора СПбГУ.

Основными особенностями этого проекта являются:

1. Наглядное представление основных идей и шагов каждого алгоритма;
2. Проведение неограниченного числа экспериментов для того, чтобы овладеть демонстрируемыми идеями;
3. Организация библиотеки демонстрационных программ на основе независимых друг от друга модулей, позволяющая с легкостью изменять состав этой библиотеки: подключать новые модули или, наоборот, сократить их количество, создавая тематические выпуски.

В работах К.А. Корнеева, А.А. Шалыто и др. [8, 9] обсуждается создание универсальных компонентов, позволяющих визуализировать ход практически любого алгоритма, а также описаны опытные образцы, созданные по такой технологии.

Данный подход отличается от используемого в проекте «DADemo» тем, что вместо уникального интерфейса для каждого алгоритма создается универсальный интерфейс, позволяющий следить за ходом выполнения произвольного алгоритма.

Последнее представляет как достоинство, так и недостаток подхода: преимущества универсальности объяснения не требуют, а недостатком является то, что такой подход по своей сути близок к трассировке программы (прохождению по шагам), и его использование целесообразно, когда обучаемый знаком с алгоритмом и занимается его модификациями, сравнением с аналогичными алгоритмами и пр. На первом же этапе изучения алгоритма на первом месте должна быть удачная метафора и наглядность выполняемых операций.

Еще одним примером использования инструментальных средств для мотивации школьников к обучению и популяризации научных знаний, являются виртуальные геометрические среды.

Особенности влияния этих средств на интеллектуальное развитие обучаемых и различные приемы активизации исследовательской деятельности учащихся раскрыты в работах В.Н. Дубровского [10], Н.Х. Розова, А.Г. Яголы, Сергеевой Т.Ф., Сербиса И.Н. [11].

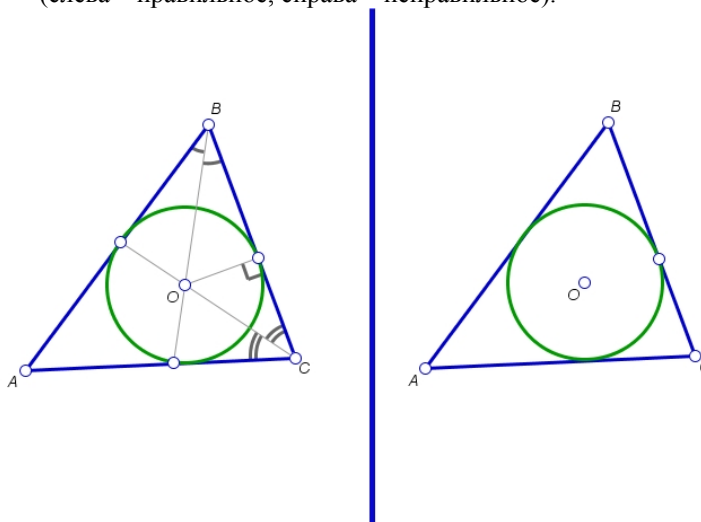
В настоящее время известно не менее десятка достаточно хорошо развитых программ динамической геометрии, разработанных в разных странах, но все они отличаются только деталями.

Концепция динамической геометрии стала в определённой мере реакцией на формализм в обучении математике. Основатели проекта положили в основу изучения геометрии эксперимент, наглядность, эвристическую деятельность, чему в значительной мере способствовало распространение персональных компьютеров.

Самым главным в динамической геометрии является то, что при работе с программами ученик строит чертежи не на бумаге, а на экране компьютера. Что это меняет? Оказывается, что разница, по сравнению, например, с написанием текста и набором его на компьютере, принципиальная.

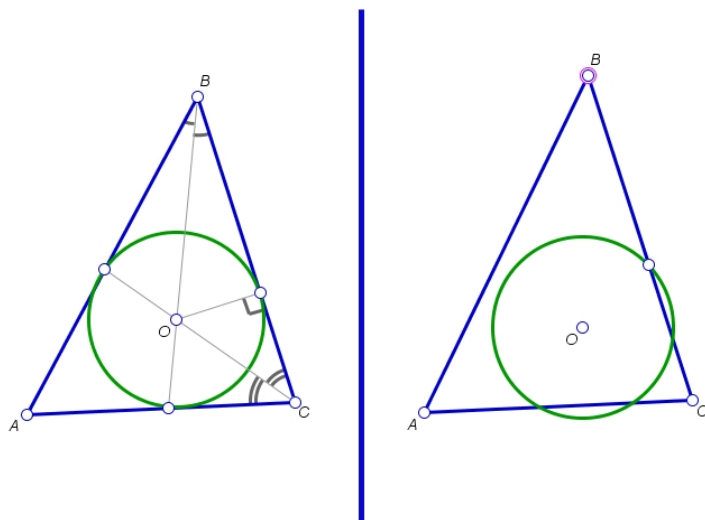
Проверяя решение задачи (на построение), проиллюстрированное обычным рисунком, учитель должен проанализировать все рассуждения ученика – сам рисунок не даёт учителю никакой информации о правильности решения. Когда же ученик строит чертёж в программе динамической геометрии, он фактически конструирует алгоритм построения. Построенный чертёж получается динамическим.

Например, если ученик правильно построил вписанную в треугольник окружность, она должна оставаться вписанной, даже если изменить форму треугольника, «потянув» за вершины. Такая устойчивость показывает, что построение верное. На рис. 1 показано два построения вписанной в треугольник окружности (слева – правильное, справа – неправильное).



**Рис. 1. Слева – правильное построение вписанной в треугольник окружности, справа – построение выполненное «на глазок»**

А на рис. 2 показано, что произойдет, если одинаково изменить форму обоих треугольников.



**Рис. 2. Слева – окружность осталась вписанной при изменении формы треугольника,  
Справа – окружность перестала быть вписанной, а значит построение не верно**

Эта способность среды проверять (верифицировать) правильность конструкций простым изменением параметров позволяет сделать преподавание более демократичным и индивидуализированным.

Ученик может придумать неожиданное для учителя решение и легко убедить учителя в своей правоте.

Разные ученики могут предложить разные решения.

Появляется возможность естественно ввести в учебный процесс творческую составляющую: конструирование, эксперимент, исследование.

### **Множественность форм представления знаний при популяризации научных идей**

Для популяризации научных знаний важна форма их представления и возможность наличия механизмов перехода между этими формами. Этот тезис можно пояснить тем, что процесс понимания новой идеи учеником, так или иначе, связан с переводом этой идеи с «языка», представляющего идею вовне, на «внутренний язык» обучаемого.

Рассмотрим случай, когда обучающий теряет возможность непосредственного контакта с преподавателем, т.е. попросту остается один на один с интерактивной моделью. Подобные ситуации очень распространены в условиях дистанционного обучения, кроме того, не стоит недооценивать такой подход и в рамках привычного школьного и послешкольного образования (индивидуальная работа при правильной организации может привести к лучшему пониманию материала).

В любом случае, при отсутствии преподавателя *мотивация к интеллектуальной деятельности должна исходить из структуры материала и форм его представления* [12, 13].

Об эффективности инструментального представления знаний упоминается в фундаментальных работах Л.С. Выготского [1], А.Н. Леонтьева [2], Э. Дубинского [14], С. Паперта [3].

Также в этом ряду следует отметить суждение М. Минского о том, что принципиальной особенностью представления знаний у человека является именно множественность [15]. Это фактически отмечает и Р. Фейнман [16], говоря о полезности различных внутрипредметных связей изучаемого материала.

В работах об исследовании феномена технического мышления В.Т. Кудрявцев [7,17] отмечал, что главной характеристикой такого мышления является триединство понятийной, наглядной и действенной компонент.

Это означает, что хороший инженер или техник, работая с конкретным устройством, видит за ним общие понятия и закономерности, лежащие в основе этого устройства, а, с другой стороны, может производить различные действия с данным устройством, планируя свои действия и понимая, какой эффект они будут иметь.

В статьях А.Д. Александрова о роли геометрии в школьном курсе математики, в частности в статье [18] проходит схожая мысль о том, что геометрия важна тем, что в ней органично соединяются логические, наглядные и действенные компоненты учебной работы.

Иными словами, за конкретными чертежами стоят общие понятия и идеи математического метода, а возможность строить чертежи и рисунки, позволяет ученику «думать руками», то есть запускать механизм интериоризации, о котором уже упоминалось выше.

В примерах инструментального подхода к представлению знаний, описанных в предыдущем разделе, эта множественность везде имела место.

Так в работах Г. Хартела [4] используется соединение видеофильма, фиксирующего некоторое физическое явление, с моделью этого явления, которая буквально накладывается на фильм, соединяя формальные средства описания физических явлений с их наглядным представлением.

В комплексе «DaDemo» большую роль играет метафора, внешнее представление алгоритма. Сам комплекс рассматривается как иллюстративное дополнение к учебнику дискретного анализа, где эти алгоритмы представлены вербально и в форме псевдокода.

В программах динамической геометрии геометрические алгоритмы (скрипты) «спрятаны» за конструируемыми чертежами (скетчами). Таким образом, ученик работает одновременно с наглядным образом и преобразующими его инструментами.

В результате мы приходим к уточнению идеи, сформулированной во введении:

*Положив в основу средства популяризации научных знаний инструментальный подход, необходимо в рамках конкретного образца обеспечить возможность соединения нескольких различных форм представления знаний, переходы между которыми или их параллельное использование являются условиями, способствующими запуску психологических механизмов овладения новыми знаниями и идеями.*

## Особенности популярного представления научных знаний в форме электронных публикаций

Полученные выше теоретические результаты легли в основу создания технологии представления научных статей в новых электронных научно-популярных формах. Первым примером использования этой технологии является электронное (дисковое) приложение «Журнал в журнале» к журналу «Компьютерные инструменты в школе» (СПб, КИШ, 2008-2010).

Перечислим особенности подготовки статей для этого приложения.

Характер представления статьи на диске, а также необходимые работы для её публикации в такой форме зависят от особенностей самой статьи.

Статьи могут быть серийными, если публикации по одной и той же тематике продолжаются на протяжении нескольких выпусков (например, цикл статей по курсу «Основы программирования для Интернета»). В этом случае можно говорить уже о целой рубрике, а модели, созданные для таких статей, целесообразно разрабатывать на основе одной и той же технологии.

Статьи могут быть единичными. В этом случае для выбора интерактивного сопровождения анализируется предыдущий опыт разработки (поиск аналогов и прототипов), либо статья рассматривается как прецедент нового направления, и для неё подбираются способы представления информации, которые в дальнейшем будут использованы при представлении новых статей.

Кроме того, могут публиковаться статьи прошлых выпусков. Накапливаемый у редакции опыт по созданию электронных материалов и ведущиеся программные разработки авторов статей иногда делают полезным возврат к уже опубликованным (в текстовом варианте) статьям с тем, чтобы опубликовать их в инструментальном сопровождении.

Все статьи можно условно разбить на следующие типы:

1. Первый тип статей журнала – это статьи, в основе которых лежит описание работы программного средства или описание результатов, полученных при работе с ним. Для публикации такой статьи в электронном виде требуется лишь соединить текст статьи с программным продуктом так, чтобы читателю можно было параллельно работать с обоими представлениями (описательным и инструментальным).
2. Второй тип статей – статьи, которые могут быть поддержаны тем или иным инструментальным средством, однако автор статьи об этом не упоминает. В этом случае редакция осуществляет поиск инструментальных средств (как правило, среди программных продуктов с открытым кодом) и использует технологию соединения текстового и инструментального представления как в предыдущем пункте.

Стоит отметить, что при переработке таких статей издательская работа включает в себя перенос примеров, разбираемых в статье, в выбранное инструментальное средство. Последнее экономит время читателя на совершение подготовительных операций при знакомстве с заинтересовавшим его материалом.

3. Третий тип составляют статьи, которые рассматриваются как сюжет для разработки электронной модели «с нуля».

Для отработки механизма подготовки инструментального сопровождения к статьям последнего типа нами были проведены



эксперименты с магистрантами СПбГЭТУ (ЛЭТИ), которые выполняли эту работу в качестве курсового проекта.

Каждому участнику проекта была предложена отдельная статья, опубликованная в научно-популярном журнале «Компьютерные инструменты в образовании» (СПб, КИО, 2007-2008). Приведём два характерных примера.

Два участника работали со следующими статьями:

1. Статья Ю.В. Матиясевича, в которой был описан (на простом примере) алгоритм Тарского (СПб, КИО, 2008, №6), доказывающий возможность автоматического доказательства теорем определенного вида. Чтение статьи как бы предполагает, что читатель проводит в уме некоторые алгоритмические операции, в то же время, по нашему мнению, возникшее после этого понимание статьи часто обманчиво и объясняется талантом того, кто представляет материал. Когда же читатель пробует применить изложенный в статье алгоритм, выясняется, что на самом деле многих деталей он не понял – в этом случае прилагаемый манипулятор должен позволить читателю провести эксперименты с объектами, о которых идёт речь в статье (в данном случае с многочленами и со специальной таблицей);
2. Статья Н.Н. Красильникова, В.Г. Парфенова, Ф.Н., Царева и А.А. Шалыто о применении генетических алгоритмов к построению конечных автоматов (СПб, КИО, 2007, №5). Однако эта статья не содержала описания деталей того, как работает генетический алгоритм (как осуществляется «скрещивание», отбор «особей» и пр.), так что из текста статьи трудно было бы представить зависимости времени работы от изменения различных параметров исходной задачи. Таким образом, в этом случае инструментальная часть должна была обеспечить понимание технических деталей статьи и экспериментальную оценку трудоёмкости алгоритма в зависимости от значений различных параметров.

Прежде чем перейти к анализу содержательных, отметим интересные особенности процесса работы обоих исполнителей.

Исполнительница первой разработки, прочитав статью и получив задание, сказала, что алгоритм ей ясен, цель работы также, и что через некоторое время можно будет познакомиться с прототипом инструментальной поддержки статьи. Однако когда прототип был сделан, выяснилось, что исполнительница неправильно поняла суть статьи (!): в своей разработке она использовала алгоритм приближённого нахождения корней, который был не нужен (и в этом одна из главных идей статьи!). После этого статья была прочитана заново, и теперь уже у исполнительницы появились вопросы по содержанию статьи. После того, как на эти вопросы были получены ответы, исполнительница представила правильную инструментальную версию.

По нашему мнению, этот инцидент характерен для процесса изучения студентом теоретического материала: после прочтения материала студент психологически настроен на то, чтобы пересказать этот материал, но не на то, чтобы применить его. Изменению этого стереотипа и должна послужить инструментальная форма представления материала.

При работе с обоими исполнителями проявился также другой эффект: обоим было предложено снабдить их манипуляторы средствами обратной связи так, чтобы читатель мог усвоить главные идеи статьи, не прибегая к чтению текста печатной версии.

Однако оказалось, что магистранты не смогли найти инструментальные аналоги обоснованиям тех или иных шагов, которые составляли в обоих случаях существенную содержательную часть статьи. Это, по нашему мнению, говорит о том, что адекватное представление содержательных идей является самостоятельной задачей, требующей высокой квалификации, как в излагаемой области, так и в методике обучения.

Один из подходов, который развивается нами для решения указанной проблемы, состоит в механизме верификации, который может служить аналогом доказательства, используемого в классическом изложении материала.

Суть механизма верификации состоит в следующем: читатель, работающий с инструментальным средством, созданным для изучения материала статьи, проводит эксперимент, производя действия, ведущие (по мнению читателя) к нужному результату. Механизм верификации оценивает целесообразность действий пользователя по содержательным критериям излагаемого материала и, если предложена неверная последовательность действий, приводит обоснование того, почему предложенная последовательность действий не достигает требуемого результата.

Доводы, которые будут приведены обучаемому, аналогичны тем, которые используются при доказательстве экзамене, поэтому верификацию можно рассматривать как доказательство «на примере».

Заметим, что такой тип доказательства всегда использовался на устном по геометрии: ученик выходил к доске, рисовал чертёж (!) и по чертежу рассказывал теорему. Разумеется, здесь чертёж был нужен только для того, чтобы связать абстрактные понятия и логические шаги с действиями при построении чертежа. Использование инструментального подхода позволяет обобщить этот приём, предлагая для задач из разных областей различную инструментальную поддержку.

## **Примеры реализации электронных публикаций на основе инструментального подхода**

Рассмотрим подробнее примеры реализации электронных публикаций, подготовленных на основе излагаемого в статье подхода.

1. Электронная модель «Алгоритм Тарского» к статье Ю.В. Матиясевича, упомянутой выше.

Взятая за основу статья предполагала от читателя выполнение в нужном порядке следующих элементарных операций: вычисление производной многочлена, нахождение остатка от деления многочлена на многочлен, добавление многочлена в таблицу (дополнение таблицы строками), добавление столбцов в таблицу в нужных местах, заполнение таблицы знаками трех видов (ноль, плюс, минус).

Таким образом, первой задачей было создание удобного инструментария, который заменил бы многократное «ручное» выполнение этих операций, если бы читатель взялся за выполнение прочитанного в статье алгоритма самостоятельно.

Второй задачей было соединение в электронной модели элементов демонстрации алгоритма с элементами поддержки самостоятельной работы читателя.

Для этого было введено два режима: «режим демонстрации», «режим тренажёра».

В первом случае на сгенерированном примере демонстрировался весь ход алгоритма Тарского (см. рис. 3). Повторный запуск демонстрации приводил к генерации нового примера, поэтому появлялся материал для сравнительного анализа, который не мог бы присутствовать в обычном представлении статьи (точнее, статья стала бы тогда настолько объёмной и «скучной», что читать её стало бы невозможно).

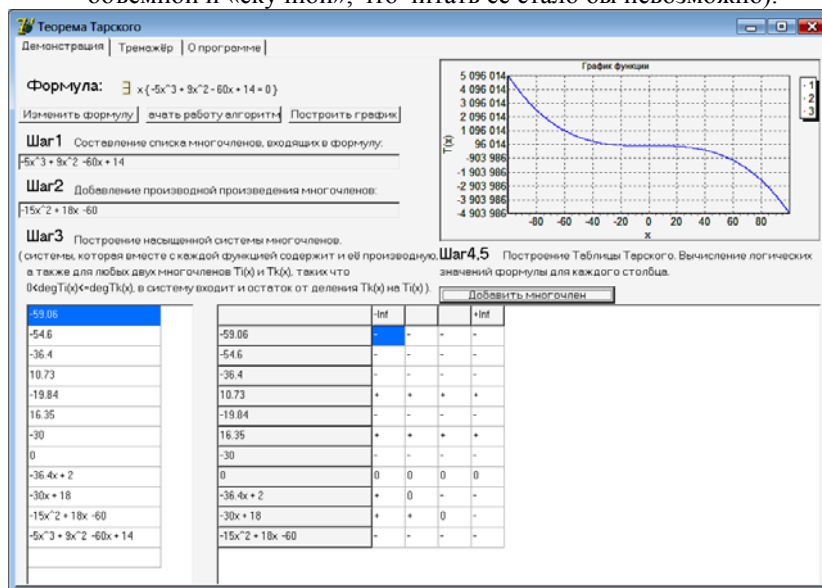


Рис. 3. Электронная модель «Алгоритм Тарского».

В режиме тренажёра, шаги выполняет сам читатель, при этом он пользуется «крупными» операциями и не теряет время на рутинные действия, которые очевидны ему и не существенны для усвоения материала статьи.

В этом режиме программа анализирует каждый ход пользователя и не даёт ему возможности сделать неправильный шаг, сопровождая блокировку пояснениями. Заметим, что каждый новый запуск тренажёра вызывает генерацию нового примера, поэтому правильное выполнение действий возможно, только если усвоен алгоритм Тарского.

Как уже говорилось выше, недостатком созданного приложения оказалось то, что работа с ним была невозможна без предварительного или параллельного чтения статьи. Заметим, что по нашему мнению, статья является обязательным элементом результирующей публикации, однако работа с моделью должна быть возможна и до чтения статьи с тем, чтобы дать читателю большую свободу в выборе стратегии овладения материалом.

2. Электронная модель генетического алгоритма на автоматах к статье Н.Н. Красильникова, В.Г. Парфенова, Ф.Н., Царева и А.А. Шалыто, упомянутой выше.

В данном случае инструментальная поддержка этой статьи была выполнена в виде лаборатории, т.е. читателю была предоставлена

возможность менять параметры генетического алгоритма и следить за результатами его работы (см. рис. 4). В числе недостатков отмечаем необходимость предварительного чтения статьи (о чём уже говорилось выше) и отсутствие механизма генерирования новых условий задачи и режимов «демонстрация / тренажёр». Заметим также, что встроенный в интерфейс протокол слежения за появлением новых «особей» алгоритма нуждается в большей наглядности.

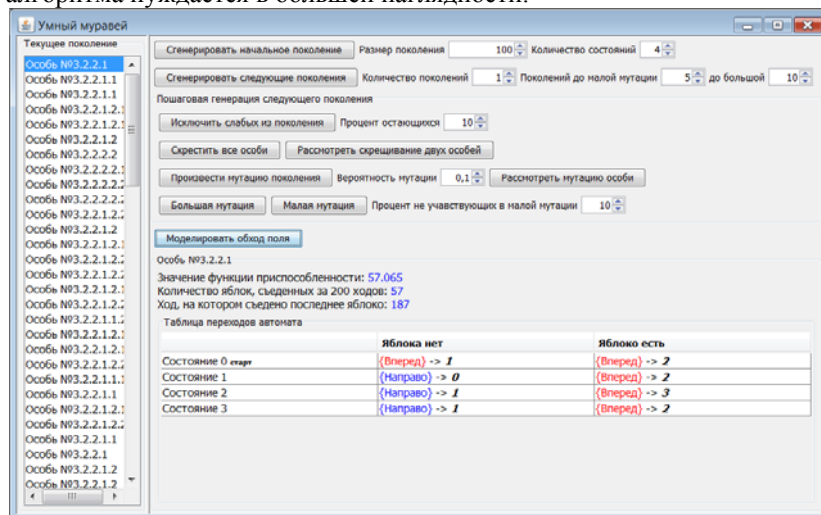




Рис.4. Генетический алгоритм на автоматах.

3. Электронное сопровождение статьи Г.В. Агеяна о замечательных точках треугольника, которая публиковалась в журнале «Компьютерные инструменты в школе» (СПб, КИШ, 2010, №3).

Исходная публикация была основана на использовании коммерческого продукта, поэтому была условно отнесена редакцией к типу статей, которые могут быть поддержаны тем или иным инструментальным средством, однако автор статьи об этом не упоминает. Последнее означает, что для подготовки этой статьи к публикации в электронном приложении «Журнал в журнале», редакции нужно было подобрать свободно распространяемую среду (аналогичную той, что использовал автор статьи) и перенести в неё все примеры, описанные в статье.

В качестве средства создания моделей для этой статьи была выбрана свободно распространяемая программа GeoGebra, а сопровождающие изложение автора построения были поддержаны виртуальными геометрическими инструментами, созданными в среде GeoGebra (см. рис. 5). В каждой модели присутствует краткое описание того, что в ней можно делать и на что нужно обратить внимание. Таким образом, набор этих моделей можно рассматривать независимо от статьи, и при этом получить «деятельностное» представление о содержании статьи. В случае, если читатель заинтересуется этим материалом, он сможет обратиться непосредственно к тексту статьи и проследить за ходом доказательств, описанных в этой статье (где ему, кстати, опять придут на помощь созданные в GeoGebra манипуляторы).

### Виртуальный эксперимент: является ли след ортцентра окружностью?

1. Воспользуйтесь инструментом Локус (ГМТ) для построения следа точки Н при изменении положения точки В: выберите инструмент Локус  и выделите последовательно точку Н и точку В
2. Постройте окружность проходящую через разные положения точки Н: выберите инструмент Окружность по трём точкам  и выделите точки Н, А, С (заметьте, что при движении точки В точка Н действительно пройдет через точки А и С)
3. Меняя видимость обоих объектов (доступно из списка всех объектов, размещенного слева: достаточно нажать на кружок около объекта) убедитесь, что объекты совпадают

Внимание! Для работы модели потребуется подключение к сети Интернет

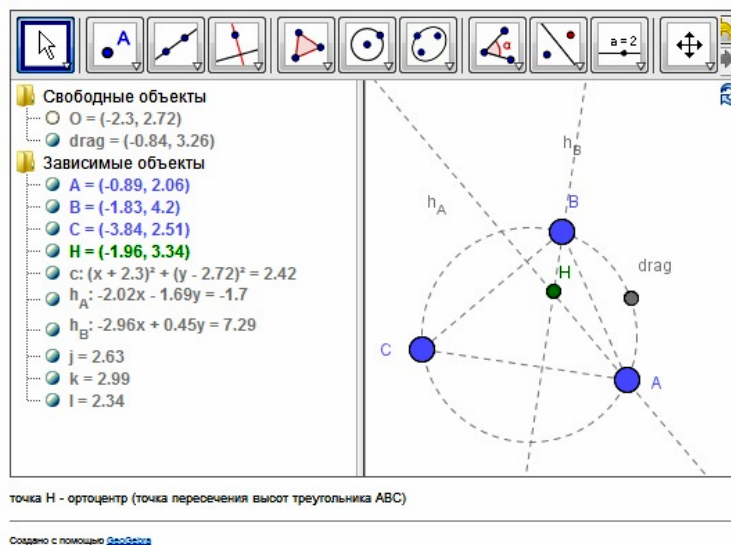


Рис. 5. Виртуальный геометрический инструмент в программе GeoGebra.

4. Электронная рабочая тетрадь по геометрии для 9 класса, материалы которой также публиковались в журнале «Компьютерные инструменты в школе» (СПб, КИШ, 2007-2008).

За основу проекта был выбран материал учебника по геометрии для 7-9 классов [19], включающий такие темы, как «Векторы», «Геометрические преобразования», «Фигуры», а в качестве средств инструментальной поддержки была выбрана среда динамической геометрии 1С.Математический Конструктор.

Работа осуществлялась в коллективе, в котором были и авторы учебника, поэтому адекватность электронного представления материала проходила регулярную (естественную в данной ситуации) экспертизу.

Главной идеей инструментального сопровождения было превращение декларативных элементов учебника (определений, свойств, теорем) в императивные элементы. Другими словами, ученику, после текста определения или теоремы предлагалось выполнить некоторые действия со специально созданными инструментами.

Если изложенные в определении идеи были восприняты читателем формально (не как инструкция к действию), то при выполнении упражнения у него возникали трудности, и ученик возвращался к тексту определений и теорем, воспринимая их уже «под другим углом».

Заметим, что использование средств динамической геометрии позволило технологизировать работу по созданию электронного сопровождения статей по геометрии. С другой стороны, читателю журнала, работающему с интерактивными материалами, не требовалось специальных знаний для овладения интерфейсом программы, так как среды динамической геометрии стали широко распространенными, и интерфейс для работы с геометрическими инструментами стал стандартным для всех программ этого типа.

## Заключение

В статье представлены основные особенности использования инструментального подхода для развития нового направления, связанного с созданием электронных научно-популярных изданий, в которых обычное изложение соединяется с возможностью экспериментальной проверки представленных идей и манипулирования с различными формами представления обсуждаемых объектов.

Перспективой развития данного направления является применение инструментального подхода в более широком плане, а именно в виде поддержки функционирования дистанционной школы обучения алгоритмам дискретной математики. Кроме того, перспективным можно считать совершенствование и формализация механизма верификации в приложениях, использующих данный подход.

Работа осуществлена при финансовой поддержке РГНФ в рамках научно-исследовательского проекта РГНФ «Интерактивные формы представления информации в развитии научно популярного жанра как способ формирования научного мировоззрения у молодёжи (от школьной медиатеки к виртуальному музею занимательной науки)», проект № 08-06-00446а.

## Литература

1. Выготский Л.С. Орудие и знак в развитии ребенка. – М.: Педагогика, 1984. – 400 с.
2. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность: Избранные психологические произведения. – Т. II. – М.: Педагогика, 1983 – 95 с.
3. Паперт С. Переворот в сознании: дети, компьютеры и плодотворные идеи. пер. с англ. – М.: Педагогика, 1989 – 220 с.
4. Haertel H. The role of mathematics for physics teaching in the age of computers: paper presented at the International Conference "Physics Teacher Education beyond 2000 - PHYTEB" – Barcelona, 2000.
5. Махмутов М.И. Теория и практика проблемного обучения. – Казань, 1972. – 365 с.
6. Махмутов М.И. Проблемное обучение: основные вопросы теории. – М., 1975. – 49 с.
7. Кудрявцев В.Т. Проблемное обучение: истоки, сущность, перспективы. – М.: «Знание», 1991 – 80 с.
8. Корнеев Г.А. Технология разработки визуализаторов алгоритмов: труды II межвузовской конференции молодых ученых (СПб.: СПбГУ ИТМО, 2005) – Санкт-Петербург, 2005. – С.18-23.

9. Корнеев Г.А., Парфенов В.Г., Столяр С.Е., Васильев В.Н. Визуализаторы алгоритмов как основной инструмент технологии преподавания дискретной математики и программирования: труды международной научно-методической конференции Телематика-2001 (СПб.: СПбГИТМО (ТУ), 2001). – Санкт-Петербург, 2001. – С.119-120.
10. Дубровский В.Н. Виртуальная лаборатория по математике: концепция и примеры: труды XII Международной конференции-выставки "Информационные технологии в образовании" ("ИТО-2002") – Москва, 2002. – С.141-142.
11. Розов Н.Х., Ягола А.Г., Сергеева Т.Ф., Сербис И.Н. Наглядная планиметрия. Рабочая тетрадь для 7 класса. – М.: Факультет педагогического образования МГУ имени М.В. Ломоносова, 2009. – 80 с.
12. Башмаков М.И., Поздняков С.Н., Резник Н.А. Информационная среда обучения: монография. – СПб: СВЕТ, 1997. – 400 с.
13. Bogdanov M., Pozdnyakov S., Pukhov A. Multiplicity of the knowledge representation forms as a base of using a computer for the studying of the discrete mathematics // Teaching Mathematics: Retrospective and Perspectives: 9th International conference (Vilnius, 2008). – Vilnius Pedagogical University., 2008.
14. Dubinsky, E. & McDonald, M. APOS: A Constructivist Theory of Learning in Undergraduate Mathematics Education Research. In D. Holton et al. (Eds.). The teaching and Learning of Mathematics at University Level: An ICMI Study. – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers., 2001.
15. Minsky M. The Society of Mind. – Simon and Schuster, 1987.
16. Фейнман Р. Характер физических законов. 2-е изд., исправленное – М.: "Наука", 1987 – 160 с.
17. Кудрявцев В.Т. Психология технического мышления. – М.: Педагогика, 1975 – 365 с.
18. Александров А.Д. О геометрии // Математика в школе. – М., 1980. – №3. – С. 56-62.
19. Александров А.Д., Вернер А. Л., Рыжик В. И., Ходот Т.Г. Геометрия. 7-9 класс: учебник для общеобразовательных школ. – СПб: Просвещение, 2003. – 272 с.