



*Петриченко Даниил Николаевич,
Поздняков Сергей Николаевич,
Рыжик Валерий Идельевич*

ЭЛЕКТРОННАЯ РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ ПО ГЕОМЕТРИИ ДЛЯ 9 КЛАССА

В этой статье мы рассмотрим один из способов организации работы ученика, используя компьютерную поддержку средствами динамической геометрии. Предложенные материалы мы назвали электронной рабочей тетрадью, имея в виду способ взаимодействия ученика с учебным материалом и аналогию с печатной рабочей тетрадью. На диске к журналу находится фрагмент рабочей тетради.

1. ЧЕМ ЭЛЕКТРОННАЯ РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ ОТЛИЧАЕТСЯ ОТ ТЕТРАДИ НА ПЕЧАТНОЙ ОСНОВЕ

Под «рабочей тетрадью» обычно понимается одноразовое дидактическое пособие на печатной основе, в котором ученик читает и здесь же выполняет различные задания, используя представленные в тетради заготовки.

Появление в учебном процессе инструментальных компьютерных средств позволяет по-новому взглянуть на функции рабочей тетради. Если в бумажном варианте правильность результата контролировалась учителем, то в электронной рабочей тетради может осуществляться верификация предложенных решений (в геометрии это чаще всего геометрические конструкции).

Другой возможностью, которую дает электронная рабочая тетрадь, является ее динамичность. Появляется возможность организовать нетрадиционную деятельность

ученика с математическими объектами. Образно говоря, работая с электронной рабочей тетрадью, ученик «думает руками». Последнее очень важно для развития практического, технического мышления, которое и определяется как «понятийно-образно-действенное».

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО И ОТКРЫТОГО ОБУЧЕНИЯ

С каждым годом педагогическое сообщество все более четко формулирует тезис о необходимости использования открытого программного обеспечения при создании программных продуктов педагогического назначения. Авторы также полагают, что, какими бы средствами ни пользовались разработчики, созданные материалы должны быть легко переносимы и «запускаться» в различных операционных системах, будь то Windows, Linux или Mac OS.

Многие инструментальные среды (например, мощная моделирующая программа AnyLogic), созданные за последние годы, позволяют создавать динамические модели, которые являются «апплетами», «прокручиваемыми» любым браузером.

Для создания рабочей тетради нами использовалась программа «Живая математика» (The Geometer's Sketchpad 4.05), которая позволяет представлять результаты с

помощью стандартного апплета JSP (Java Sketchpad), свободно распространяемого для некоммерческого использования.

3. СТРУКТУРА ЭЛЕКТРОННОЙ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ

Основу рабочей тетради составляют динамические модели – манипуляторы.

Роль манипуляторов как составных частей информационной среды была впервые сформулирована в монографии [2] и затем подробно разработана в работе [3]. *Манипулятором* мы называем специально сконструированный инструмент, который, с одной стороны, дает ученику определенную свободу в манипулировании изучаемым объектом, с другой – ограничивает эту свободу так, чтобы она была педагогически целесообразна.

Манипуляторы, представленные в «Рабочей тетради», могут быть разделены на типы:

1. Манипулятор, иллюстрирующий идею.

Такие манипуляторы позволяют лучше понять определения, визуализировать вводимые понятия. Их назначение образно можно сформулировать так – «наблюдай и осмысливай».

На рисунке 1 приведен пример такого манипулятора: иллюстрируется преобразование малой окружности в большую. Каждой точке малой окружности сопоставляется точка на большой, как показано на рисунке. Передвигая точку по окружности, можно наблюдать построение ее образа.

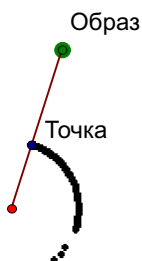


Рисунок 1.

2. Манипулятор – лабораторная работа.

Такие манипуляторы образно описываются девизом «делай, что говорят». Они являются в некотором роде дополнением к манипуляторам первого типа: выполняя указанные действия, ученик получит конструкцию, которую хотели определить, или свойство, которое хотели продемонстрировать.

Пример

Двигая точку A и меняя длину отрезка a (рисунок 2), ответьте на следующие вопросы:

1. Установите $a = 2$ и определите, в какие точки отображаются точки с координатами -2 и 0 , какова координата точки, отображающейся в точку с координатой 4 .
2. Подберите такое значение a , при котором точка с координатой -3 преобразуется в точку с координатой 3 .
3. При каких a нечетные числа преобразуются в четные?
4. Перемещая точку B' , найдите преобразование, переводящее точки B в B' , которое является обратным к преобразованию, переводящему точки A в точки A' . Проверьте ответ практически, перемещая точку B вдоль прямой.

3. Манипулятор + исследовательские задания.

Манипуляторы такого типа допускают различные цели и задания и служат средой для исследования. Некоторые задания предлагаются в рабочей тетради, другие может предложить учитель. Работая с такими манипуляторами целесообразно также инициировать учеников на формулировку собственных задач, целей, гипотез.

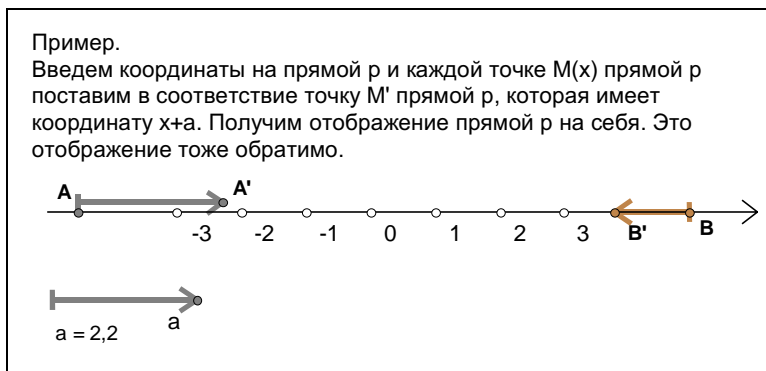


Рисунок 2.

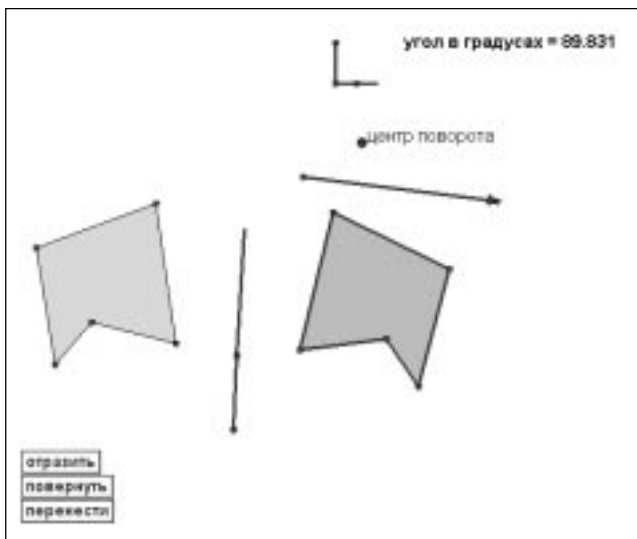


Рисунок 3.

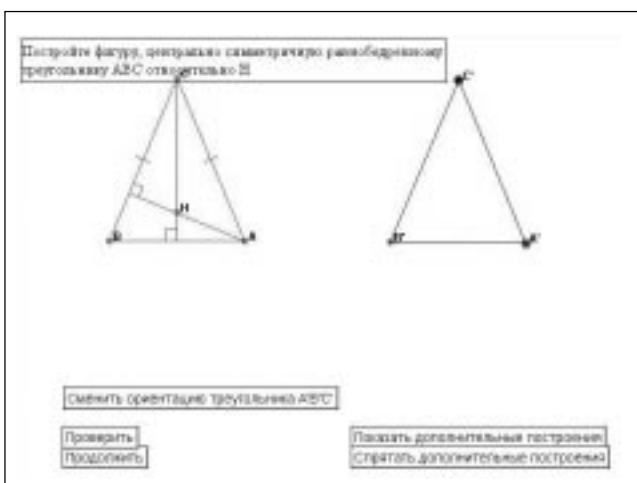


Рисунок 4.

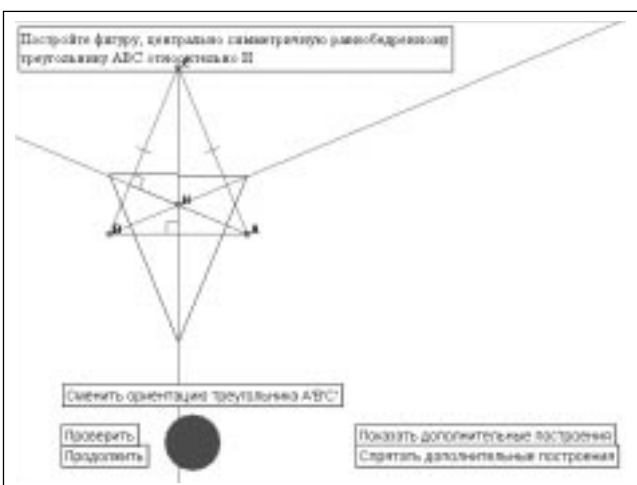


Рисунок 5.

Пример

Представленный на рисунке 3 манипулятор позволяет осуществлять стандартные преобразования пятиугольника: параллельный перенос на вектор, поворот, осевую симметрию. Параметры преобразований (центр и угол поворота, вектор переноса, положение оси симметрии) можно произвольно менять. Текущее положение пятиугольника можно фиксировать с помощью шаблона – пятиугольника, который можно перемещать по экрану и произвольно менять его форму.

Исследовательские задания.

Зафиксируйте текущее положение пятиугольника.

1. Сделайте несколько поворотов и параллельных переносов (комментарий учителю: так, чтобы пятиугольник занял «произвольное» положение, не меняя ориентации). Верните пятиугольник на место
 - а) используя ровно две осевых симметрии;
 - б) используя ровно два поворота.

2. Сделайте несколько поворотов и параллельных переносов и нечетное число осевых симметрий (комментарий учителю: так, чтобы пятиугольник занял «произвольное» положение, изменив ориентацию).

Верните пятиугольник на место

- а) используя один поворот и одну осевую симметрию.

3. Обобщите полученный результат в виде теоремы о преобразованиях, переводящих одну из равных фигур в другую. Докажите теорему, используя приемы, найденные в ходе исследования.

4. Манипулятор – задача.

Такие манипуляторы позволяют ученику верифицировать гипотезы, выраженные геометрическими конструкциями, претендующими на то, чтобы быть решениями поставленной задачи.

Пример

В данной задаче ученик должен переместить треугольник $A'B'C'$ так, чтобы он совпадал с результатом центральной симметрии треугольника ABC относительно точки H . Для проверки ответа нужно нажать соответствующую кнопку (рисунки 5, 6).

Идея решения состоит в таком повороте треугольника, чтобы основание стало параллельным основанию исходного (горизонтальным в данном случае), а вершина основания A' попала на продолжение высоты AH . В качестве указания используется дополнительное построение – высоты треугольника. При нажатии кнопки «Проверить» загорается сигнал «светофора» (зеленый – верно, красный – нет) и блокируется возможность управления манипулятором, чтобы исключить решение задачи подгонкой «под ответ».

5. Манипулятор со встроенным инструментом.

Это вариация предыдущего типа манипуляторов, где для решения задачи предлагается использовать некоторый инструмент, функции которого ученик исследует экспериментально. В конструкции инструмента концентрируется содержательная математическая идея, которую ученик должен освоить «руками», то есть преобразовать из концептуальной формы в действенную.

Пример

В задаче предлагается исследовать предложенный инструмент и с его помощью построить четырехугольник, симметричный четырехугольнику $ABCD$ относительно заданного центра (рисунки 6, 7).

Инструментом является отрезок с отмеченной серединой, концы которого свободно перемещаются по плоскости. Из определения центральной симметрии следует, что концы этого отрезка центрально симметричны относительно его середины, а значит, его можно использовать для построения точек симметричных вершинам четырехугольника $ABCD$, которые и определяют искомым образом.

4. ЧТО ДЕЛАТЬ, ЕСЛИ В КЛАССЕ НЕТ КОМПЬЮТЕРА? БУМАЖНАЯ ВЕРСИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ

Начальный этап использования компьютера для предметного обучения сводился к тому, что дидактические материалы, созданные изначально как печатные и рассчитанные на использование в печатной форме, переводились в электронную форму. Выгода от такого перевода была утилитарная: не надо печатать, проще использовать, легче проверять.

Однако многие идеи продуктивного обучения, связанные с организацией поисковой деятельности, верификацией гипотез, индивидуализацией обучения, которые были нетехнологичны без компьютерной поддержки и быстро «вымывались» из школьной практики, при таком подходе опять остались в стороне от учебного процесса. Идеи Д. Пойа, изложенные в книгах «Как решать

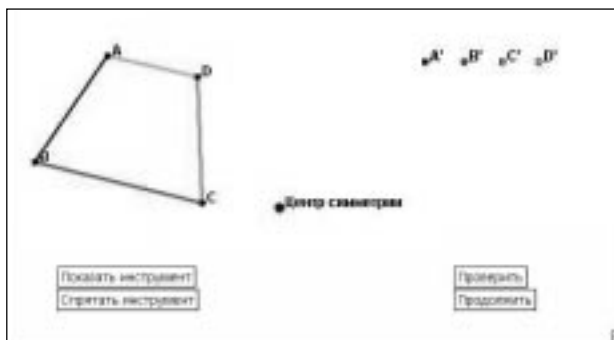


Рисунок 6.

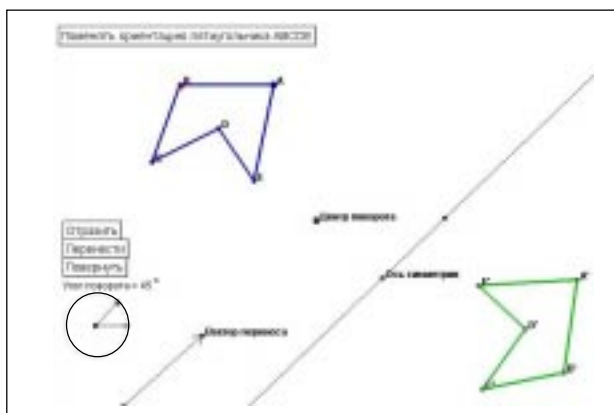


Рисунок 7.

задачу», «Математическое открытие», «Математика и правдоподобные рассуждения» не нашла должной реализации в массовой практике обучения математике.

Компьютерные средства нового поколения, сделанные на инструментальной основе, должны изменить эту ситуацию. Представляемая рабочая тетрадь по нашему мнению является шагом в решении поставленной выше педагогической проблемы.

В то же время параллельное существование двух различных способов технологической поддержки обучения – материалами на цифровой и печатной основе – требует обратного движения: созданные изначально как электронные материалы должны иметь печатный аналог. Создание рабочей тетради на печатной основе по электронной рабочей тетради представляет интерес и как методическое средство для анализа возможностей электронной рабочей тетради, которые отличают ее от более традиционной печатной версии.

Поэтому «Рабочая тетрадь по геометрии для 9 класса» создается в двух вариантах: электронном и «бумажном». Все описанные выше манипуляторы относятся, очевидно, к электронной части, их основным преимуществом является интерактивность. Такой возможности тетрадь на печатной основе не дает. Также в ней трудно передать динамичность конструкций, для этого обычно приходится использовать серию картинок. В то же время, деятельностный характер обучения, положенный в основу рабочей тетради, можно сохранить за счет орга-

низации этой деятельности учителем. Обычные циркуль и линейка в этом случае являются обязательными составляющими среды обучения.

Рассмотрим несколько примеров преобразования заданий электронной рабочей тетради для ее печатной версии.

Например, «бумажным» аналогом манипулятора с преобразованием окружности, который упоминался выше, может быть следующее задание.

На рисунке 8

1) Постройте точку, в которую переходит точка D .

2) Найдите точку, образом которой является точка B' .

Еще один пример преобразования манипулятора из электронной версии в задачу в «бумажной» версии:

В электронной версии задача выглядит так:

Найдите такое положение ломаной ABC , что при ортогональном проектировании её на прямую CD , она:

1) преобразуется в отрезок CD , и это преобразование обратимо;

2) преобразуется в отрезок CD , и это преобразование необратимо:

а) прообраз каждой точки отрезка CD состоит из двух точек ломаной;

б) на отрезке CD найдется точка, прообраз которой состоит из бесконечного множества точек.

В «бумажной» версии эта же задача выглядит так:

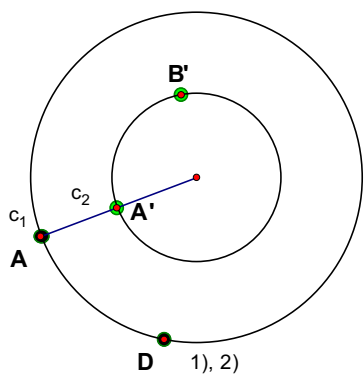


Рисунок 8.

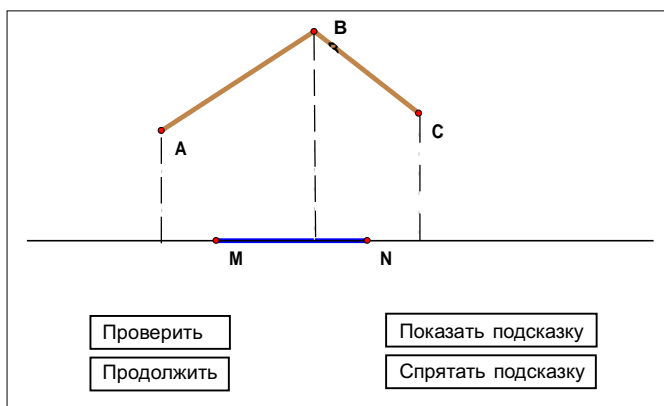


Рисунок 9.

Используя опорные точки, постройте ломаную из двух отрезков-звеньев так, чтобы при ортогональном проектировании ее на прямую CD , она перешла в отрезок CD и:

- 1) преобразование было обратимо (2 способа);
- 2) преобразование было необратимо (7 способов);
- 3) прообраз каждой точки отрезка CD состоял ровно из двух точек ломаной (1 способ);
- 4) на отрезке CD нашлась точка, прообраз которой состоял бы из бесконечного множества точек (2 способа).

Замечание. В печатной версии приводятся 12 одинаковых опорных рисунков для выполнения всех перечисленных заданий.

5. ЭКСПЕРИМЕНТ И ПОЗНАВАТЕЛЬНАЯ СВОБОДА УЧЕНИКА

В представляемой рабочей тетради (как в ее электронной, так и в печатной версии) большую роль авторы отдают поддержке «познавательной свободы» ученика. Одна из существенных особенностей компьютера состоит в том, что он позволяет ввести в практику преподавания математики эксперимент [4], дать возможность ученику самому испытать свои идеи «на прочность»

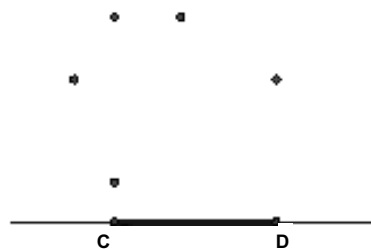


Рисунок 10.

[5]. Для решения этой педагогической задачи большой интерес представляют задачи, допускающие различные решения. В «бескомпьютерной» практике проверка таких задач требует от учителя больших затрат времени, однако как раз для компьютера проверка тех или иных свойств построенного объекта является простой и мгновенной процедурой.

Рассмотрим пример такой задачи из рабочей тетради.

Задание. Дорисуйте фигуру так, чтобы она имела:

- 1) ось симметрии,
- 2) центр симметрии,
- 3) и то, и другое (см. рисунок 11).

В этой задаче существует множество способов дорисовать фигуру до фигуры, имеющей ту или иную симметрию. Манипуля-

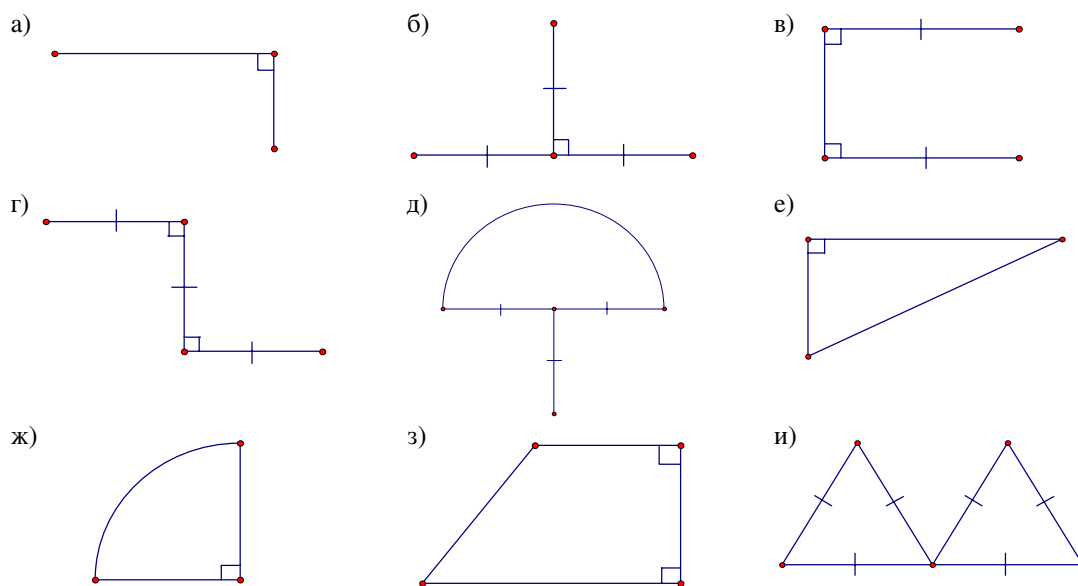


Рисунок 11.

тор, описанный выше в пункте, посвященном исследовательским заданиям, позволяет проверить построенную фигуру на наличие той или иной симметрии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одно из несомненных требований к использованию компьютера на уроках математики – не ухудшить результаты обучения. В то же время, как известно, «лучшее враг хорошего», и любая инновация заставляет учителя менять педагогическую технику, что может привести к локальным ухудшениям результатов обучения. Это сложная проблема, для которой у авторов нет общих рецептов. В то же время, параллельное существование электронной рабочей тетради и ее печатной версии позволяет сгладить про-

цесс переключения учителя на электронные материалы, адаптироваться к реальным условиям конкретной школы. Авторы видят следующие варианты использования рабочей тетради:

1) регулярная или эпизодическая работа в компьютерном классе с электронной версией тетради;

2) чередование использования электронной и печатной версии тетради;

3) выполнение домашних заданий по рабочей тетради (ученики, которые не имеют дома компьютера, пользуются печатной версией);

4) работа с электронной версией тетради на сайте проекта и обсуждение результатов в рамках сетевого сообщества (возможно во внеклассной деятельности и с выходом за рамки конкретного класса).

Литература

1. Роберт Тинкер. Образовательные программы с открытым кодом // «Вопросы образования» 2005, № 3. С. 84–98.
2. Башмаков М.И., Поздняков С.Н., Резник Н.А. Информационная среда обучения. Монография. СПб: СВЕТ, 1997.
3. Иванов С.Г. Компьютерная поддержка решения математических задач как способ организации продуктивной деятельности учащихся // Дисс. на соиск. уч. ст. канд. пед. наук. М., 2004.
4. Рыжик В.И. Геометрия и компьютер // «Компьютерные инструменты в образовании». 2000, № 6.
5. Pozdnyakov S., Ivanov S. Computers in productive teaching of mathematics or how information technologies can support intellectual freedom of the learner // The 10-th International Congress on Mathematical Education, National presentation: Russia, Selected materials, Copenhagen, Denmark, July 4–11, 2004. P. 115–124.

*Петриченко Даниил Николаевич,
аспирант СПбГУ,*

*Поздняков Сергей Николаевич,
профессор кафедры ВМ-2
СПбГЭТУ (ЛЭТИ),*

*Рыжик Валерий Идельевич,
учитель математики, лицей
«Физико-техническая школа».*

