

ПРИЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ В «ЖИВОЙ МАТЕМАТИКЕ 5»

В предыдущей статье [1] мы использовали кнопки действия и геометрические преобразования для создания демонстраций к геометрическим теоремам. Все алгоритмы построений в той части статьи были линейными. Можно ли в среде «Живая математика» моделировать алгоритмы с ветвлениями – условные алгоритмы? Оказывается можно. Построения, которые могут меняться в зависимости от соблюдения некоторых условий между элементами чертежа, в этой статье будут называться булевыми в честь одного из предтеч математической логики Джорджа Буля.

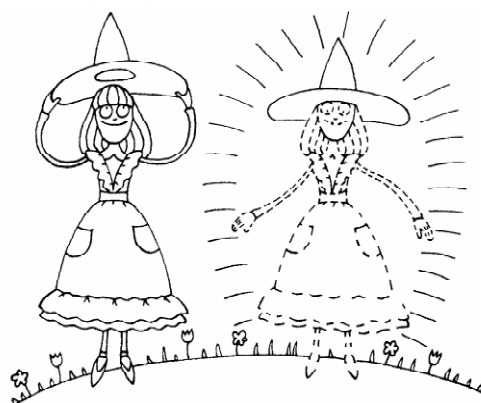
ситуация, а при другом условии – другая. Иногда это просто нужно для того, чтобы показывать или прятать определённые элементы чертежа. Но в ряде ситуаций использование булевых точек может быть более содержательным.

Во второй части примера мы рассмотрим приём создания множества булевых точек, которые будут видны или не видны, в зависимости от величины параметра, находясь при этом в одном и том же месте. Мы построим инструмент с четырьмя такими точками. Этот приём полезен для демонстраций, в которых каждая точка видна при определённых взаимоисключающих условиях. Гео-

1. БУЛЕВЫ ПОСТРОЕНИЯ

1.1. ПОСТРОЕНИЕ БУЛЕВОЙ ТОЧКИ

В первой части примера мы построим точку, которая может быть видна или не видна без использования кнопки «Скрыть/Показать». Этот приём можно использовать в «Живой Математике» для построений, в которых при одном условии возникает одна



...построим точку, которая может быть видна или не видна...

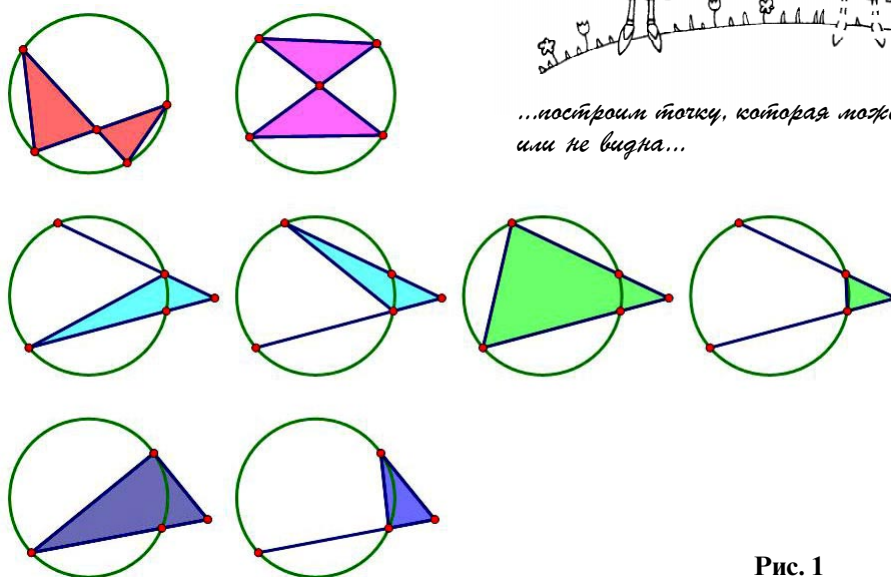


Рис. 1

метрические объекты, построенные на основе таких точек, видны только при тех же условиях.

Шаги построения (часть первая)

1. Постройте точку *A* и создайте кнопку «Скрыть/Показать» для точки *A*. Постройте точку *B* переносом точки *A* на 1 см вправо. Используя точку *A* как центр, постройте точку *C* поворотом точки *B* на 90°. Затем постройте точку поворотом точки *D* на 90° относительно *A*, аналогично постройте точку *E* (рис. 2).

2. Используя кнопку «Скрыть/Показать», спрячьте точку *A*. Постройте отрезок *BD* и точку *F* на отрезке *BD*. Спрячьте отрезок *BD*. Постройте отрезок *DF*. Создайте кнопки перемещения «*F*→*B*» (скорость движения = быстро) и «*F*→*D*» (скорость движения = быстро). Постройте отрезок *CE*. Нажмите кнопку «*F*→*B*». Постройте точку *G* как пересечение отрезков *DF* и *CE*. Выделите кнопки перемещения «*F*→*B*» и «*F*→*D*» и создайте кнопку одновременного действия с названием «Точка Буля» (рис. 3).

3. Спрячьте все объекты за исключением точки *G*, кнопок «Показать точку *A*» и «Точка Буля». Нажмите кнопку «Точка Буля», чтобы точка *G* была не видна.

4. Нажмите кнопку «Показать точку *A*». Заметьте, что точку *A* можно совместить с любой другой точкой и таким образом можно задать точное положение для булевой точки *G*.

5. Для создания нового инструмента выделите точку *A*, кнопки «Скрыть точку *A*» и «Точка Буля». Создайте новый инструмент пользователя и назовите его «Булева точка». Заметьте, что может появиться предупреждение «Ваш выбор определяет один или несколько объектов, которые в данное время

не существуют. Вы хотите включить определение этих объектов в пользовательский инструмент?». Это нормально, поскольку точка Буля не существует при создании пользовательского инструмента.

В результате вы создали новый пользовательский инструмент, который даёт возможность строить булевы точки. Используйте кнопку «Скрыть точку», для того чтобы спрятать первоначальную точку, определяющую местоположение булевой точки. Кнопка «Точка Буля» играет роль триггера для булевой точки – при повторных нажатиях этой кнопки булева точка то видна, то не видна. Соответственно, все геометрические построения на основе этой точки будут появляться или исчезать при нажатии кнопки Точка Буля. Инструмент пользователя Булева Точка можно найти в динамическом чертеже Точки Буля на приложенном компакт-диске. Результат построения показан на первой странице документа.

Шаги построения (часть вторая)

1. Создайте новый параметр. В свойствах параметра выберите точность «единицы» и изменение дискретно с шагом ±1. Вычислите *параметр* × 90°. (В калькуляторе выберите *параметр*, знак умножения и 90). Затем выберите градусы в качестве единиц и нажмите «Готово». Постройте точки *A* и *A'*. Выделите последовательно точки *A* и *A'* и постройте окружность *A* (по центру и точке). (Точка *A'* может быть любой точкой плоскости, для упрощения приведённых рисунков точка *A'* не показана). Поместите точку *B* на окружность *A* в направлении примерно 0°. Отметьте точку *A* как центр и поверните точку *B* на 45°, образуя точку *C*. Поверните точку *C* на 90°, образуя точку *D*. Поверните точку *D* на 90°, образуя точку



Рис. 2



Рис. 3

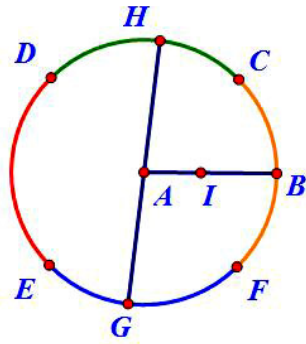


Рис. 4

Е. Поверните точку E на 90° , образуя точку F . Постройте диаметр GH , не используя уже существующих точек на окружности. Постройте малые дуги окружности CD , DE , EF и FC . Постройте радиус AB и поместите точку I на AB (рис. 4).

2. Спрячьте точки B и I и отрезок AB .

3. В данном шаге после перехода на каждую следующую ступень построения некоторые элементы построения из предыдущей ступени не будут видны. Отметьте точку A как центр и поверните точку I на величину $\text{параметр} \times 90^\circ$, образуя точку I' .

а. Установите значение параметра равным 1 и построьте луч AI' . Найдите точку пересечения луча AI' и дуги CD , образуя точку J . Постройте луч JI' .

б. Установите значение параметра равным 2. Найдите точку пересечения луча AI' и дуги DE , образуя точку K . Постройте луч KI' .

в. Установите значение параметра равным 3. Найдите точку пересечения луча AI'

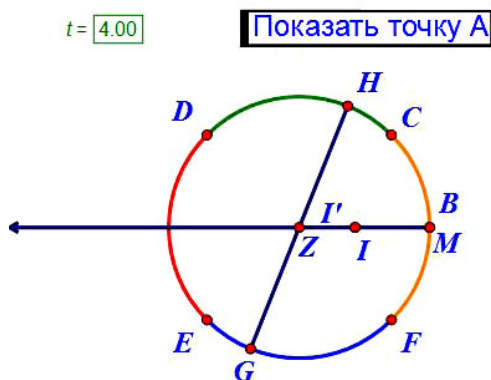


Рис. 5

и дуги EF , образуя точку L . Постройте луч LI' .

г. Установите значение параметра равным 4. Найдите точку пересечения луча AI' и дуги FC , образуя точку M . Постройте луч MI' .

4. Создайте кнопку «Скрыть/Показать» для точки A и воспользуйтесь этой кнопкой, чтобы спрятать эту точку.

а. Установите значение параметра равным 1. Найдите точку пересечения луча JI' и диаметра GH . Обозначьте точку пересечения W .

б. Установите значение параметра равным 2. Найдите точку пересечения луча KI' и диаметра GH . Обозначьте точку пересечения X .

в. Установите значение параметра равным 3. Найдите точку пересечения луча LI' и диаметра GH . Обозначьте точку пересечения Y .

г. Установите значение параметра равным 4. Найдите точку пересечения луча MI' и диаметра GH . Обозначьте точку пересечения Z (рис. 5).

5. Спрячьте все элементы чертежа за исключением параметра, кнопки «Скрыть/Показать» для точки A и центральной точки (W , X , Y или Z). Затем измените параметр и при каждом его значении спрячьте соответствующий луч и его вершину.

В динамическом чертеже *Точки Буля*, который можно найти на приложенном компакт-диске, приведен результат этого построения. Используйте кнопку «Показать точку A » для определения местоположения булевой точки. Используя ту же кнопку, нужно спрятать первоначальную точку. Постройте различные геометрические объекты на основе каждой точки. Убедитесь в том, что при изменении значения параметра, появляются разные геометрические объекты.

Обсуждение и дополнительные идеи для демонстраций

Имеются многочисленные варианты построений булевых точек. Например:

1. Вместо того чтобы использовать численный параметр, можно создать кнопки действия для перемещения точки по ок-

ружности на 0° , 90° , 180° и 270° . Альтернативно можно создать слайдер, который будет определять условие появления булевых точек. (Значение слайдера можно умножить на 90° аналогично шагу 1 во второй части примера, приведенного выше.)

2. Для создания пользовательского инструмента, определяющего условия появления трёх точек и условия, при котором точки не видны (эта ситуация довольно часто встречается в сложных построениях), можно просто удалить точку Z . В таком случае точки W , X и Y будут появляться по одной, в зависимости от условия, и при этом будет также определена опция, при которой никакой точки не будет.

Существуют и другие варианты создания булевых точек.

1.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БУЛЕВЫХ ПОСТРОЕНИЙ ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТОВ ЧЕРТЕЖА

В предыдущем примере мы создали точки Буля при помощи геометрических построений. Живая Математика также позволяет сравнивать численные результаты (вычислений или измерений), которые приводят к булевым величинам Истина (с численным значением 1) или Ложь (с численным значением 0), и даже со значениями -1 , 0 или 1. Эти инструменты рассматриваются в программе как более сложные, зато их использование позволяет создавать более интересные и эффективные демонстрации. Динамический чертеж *Булева Логика*, приложенный на компакт-диске, содержит готовые операторы и функции, позволяющие использовать различные логические операции для создания демонстраций и сюжетов для исследований. Например, Булевы инструменты включают операторы конъюнкции, дизъюнкции и отрицания (И, ИЛИ, НЕ и Искл. ИЛИ) и функции сравнения ($=$, \neq , $<$, \leq , $>$ и \geq) одного числа с нулём или двух чисел между собой. Полное описание всех логических инструментов можно найти в приложенном документе. В данном примере мы воспользуемся некоторыми из этих инструментов.

Демонстрируемая тема математики

В этом примере мы построим две окружности так, что, когда одна окружность видна, вторая скрыта. При этом мы воспользуемся кнопкой-переключателем «Триггер», включенной в инструменты пользователя в динамическом чертеже *Булева Логика*.

Мы воспользуемся булевыми значениями 0 или 1 для вычисления отношений с результатом 1 или ∞ . Эти отношения мы используем в преобразовании гомотетии окружности относительно её центра. При этом гомотетия с отношением 1 создаст идентичную окружность, а гомотетия с ∞ сделает образ скрытым. (Заметьте, что этот приём можно использовать при работе с любыми геометрическими объектами). Спрятав первоначальную окружность, можно переключать кнопку «Триггер» между нулём и единицей и видеть либо одну окружность, либо другую.

Шаги построения

1. Откройте динамический чертеж *Булева Логика*. Сверните окно, не закрывая его, затем откройте новый чертёж. Выберите пользовательский инструмент Триггер из инструментов пользователя в документе *Булева Логика*. Заметьте, что при нажатии кнопки «Триггер» значение переключается между 0 и 1.

2. Используя меню вычислений, найдите $\frac{1}{\text{Значение}}$ и $\frac{1}{1 - \text{Значение}}$. Заметьте, что

одно из вычислений привело к результату 1, а другое к результату ∞ . Постройте окружность с центром A . Создайте кнопку «Скрыть/Показать» для окружности, не включая её центр. Отметьте точку A как центр и создайте окружность преобразованием гомотетии с отношением $\frac{1}{\text{Значение}}$.

Нажмите кнопку «Скрыть окружность». Выделите оставшуюся окружность и сделайте её жирной и синей. Нажмите на кнопку «Триггер» и на кнопку «Показать окружность». Отметьте точку A как центр и создайте окружность преобразованием гомо-

тетии с отношением $\frac{1}{1 - \text{Значение}}$. Нажмите кнопку «Скрыть окружность». Выделите оставшуюся окружность и сделайте её жирной и красной (рис. 6).

3. Спрячьте все элементы чертежа за исключением кнопки «Триггер».

Заметьте, что при нажатии кнопки «Триггер» возникает иллюзия, что меняется цвет окружности. На самом деле мы видим две разные окружности, которые видны при взаимоисключающих условиях.

Динамический чертеж *Булевы Окружности* с готовым построением можно найти на приложенном компакт-диске.

Обсуждение и дополнительные идеи для демонстраций

Этот пример может показаться элементарным, но приложения приёма с преобразованием гомотетии огромны. Этот приём можно использовать для построения объектов, которые видны или скрыты при определённых условиях.

В приведённом примере условие изменялось при помощи независимого триггера. В демонстрациях геометрических теорем чаще всего условие определяется свойствами геометрических фигур. Например, если точка внутри круга, на окружности или вне круга, то положение точки можно определить сравнением расстояния от центра окружности до точки и радиуса окружности. *Булевы инструменты* используются как раз для таких ситуаций. Каждый из инструментов имеет свои собственные приложения.

Имеются разнообразные методы получения численных величин для логических тестов. Очевидно, что измерения длин, углов и площадей являются наиболее общими ме-

тодами. Численные данные также можно получить из вычислений, используя слайдеры, и другими способами, генерирующими численные значения.

В последнем примере этой статьи мы проиллюстрируем применение булевых тестов к демонстрации теоремы о хордах окружности.

2. СОЗДАНИЕ СЮЖЕТОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕОРЕМ – НЕРАВНЫЕ ХОРДЫ И РАССТОЯНИЯ

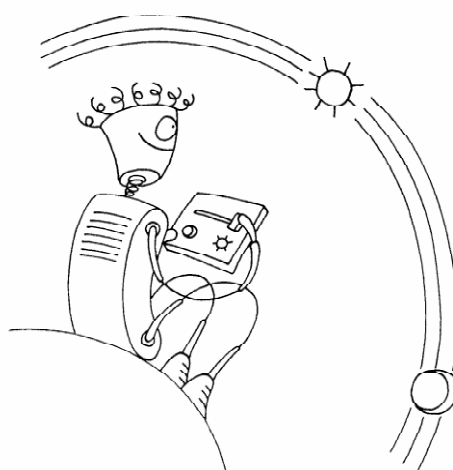
Демонстрируемая тема математики

В окружности с двумя неравными хордами одна хорда короче другой тогда и только тогда, когда эта хорда находится на большем расстоянии от центра окружности.

Этот пример использует различные инструменты для исследования указанной теоремы. Мы воспользуемся измерениями, вычислениями и логикой Буля для изменения свойств отрезков. В этом примере мы создадим демонстрацию двумя способами. В первой части примера мы воспользуемся явными выражениями для булевой переменной, выраженной через функцию $\text{sgn}(x)$. Во второй части примера то же самое построение будет выполнено при помощи булевых операторов сравнений, включённых в документ *Булева Логика*.



Рис. 6



...при нажатии кнопки «Триггер» ... мы видим две разные окружности, которые видны при взаимоисключающих условиях.

Шаги построения (часть первая)

1. Постройте окружность с центром в точке O и проведите хорды AB и CD . Постройте отрезки OE и OF , перпендикулярные хордам, как показано на рис. 7.

2. Измерьте длины отрезков AB , CD , OE и OF . Измените отрезки AB , CD , OE и OF на тонкие и пунктирные.

3. Вычислите первую булеву переменную $Value\ 1 = \frac{1 - \text{sgn}(0.5 + \text{sgn}(BA - CD))}{2}$.

Убедитесь в том, что это выражение может принимать только значения 0 и 1.

а. Вычислите $\frac{1}{Value\ 1}$ и $\frac{1}{1 - Value\ 1}$.

б. Переместите точку A так, чтобы выполнялось неравенство $AB < CD$. Отметьте точку O как центр:

– постройте образ отрезка AB преобразованием гомотетии с отношением $\frac{1}{Value\ 1}$,

выделите образ отрезка AB и сделайте его жирным, сплошным и синим;

– постройте образ отрезка OE преобразованием гомотетии с отношением $\frac{1}{Value\ 1}$.

Выделите образ отрезка OE и сделайте его жирным, сплошным и красным.

в. Переместите точку A так, чтобы выполнялось неравенство $AB > CD$. Отметьте точку O как центр:

– постройте образ отрезка AB преобразованием гомотетии с отношением $\frac{1}{1 - Value\ 1}$, выделите образ отрезка AB и сделайте его жирным, сплошным и красным;

– постройте образ отрезка OE преобразованием гомотетии с отношением $\frac{1}{1 - Value\ 1}$.

Выделите образ отрезка OE и сделайте его жирным, сплошным и синим.

4. Вычислите вторую булеву переменную $Value\ 2 = \frac{1 + \text{sgn}(0.5 + \text{sgn}(BA - CD))}{2}$.

Убедитесь в том, что это выражение может принимать только значения 0 и 1.

а. Вычислите $\frac{1}{Value\ 2}$ и $\frac{1}{1 - Value\ 2}$.

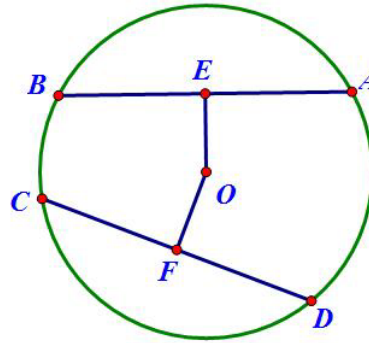


Рис. 7

б. Переместите точку A так, чтобы выполнялось неравенство $AB < CD$. Отметьте точку O как центр:

– постройте образ отрезка CD преобразованием гомотетии с отношением $\frac{1}{Value\ 2}$,

выделите образ отрезка CD и сделайте его жирным, сплошным и красным;

– постройте образ отрезка OF преобразованием гомотетии с отношением $\frac{1}{1 - Value\ 2}$. Выделите образ отрезка OF и сделайте его жирным, сплошным и синим.

в. Переместите точку A так, чтобы выполнялось неравенство $AB > CD$. Отметьте точку O как центр:

– постройте образ отрезка CD преобразованием гомотетии с отношением $\frac{1}{Value\ 2}$.

Выделите образ отрезка CD и сделайте его жирным, сплошным и синим;

– постройте образ отрезка OE преобразованием гомотетии с отношением $\frac{1}{Value\ 2}$,

выделите образ отрезка OE и сделайте его жирным, сплошным и красным.

5. Спрячьте все ненужные детали.

В данном чертеже хорда и отрезок перпендикуляра к хорде из центра окружности, имеющие меньшую длину, всегда показаны синим цветом. Соответственно отрезки, имеющие большую длину, показаны красным цветом. При перемещении точек A , B , C и D по окружности цвета отрезков меняются в зависимости от их относительной длины (рис. 8).

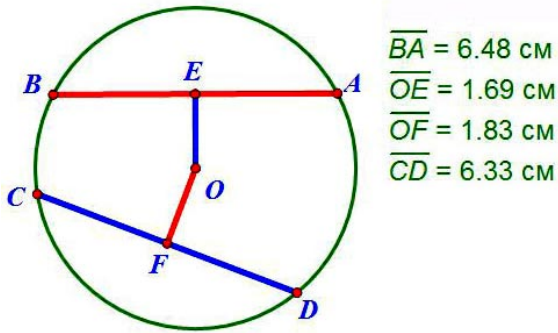


Рис. 8

Шаги построения (часть вторая)

1. Постройте окружность с центром в точке O и проведите хорды AB и CD . Постройте отрезки, OE и OF , перпендикулярные хордам.

2. Измерьте длины отрезков AB , CD , OE и OF . Измените отрезки AB , CD , OE и OF на тонкие и пунктирные.

3. Для вычисления первой булевой переменной выберите инструмент $x < y$, затем выберите длину отрезка AB , затем длину CD . Выделите полученный результат и выберите его свойства. Измените имя переменной на *Значение1*.

а. Вычислите $\frac{1}{\text{Значение1}}$ и $\frac{1}{1 - \text{Значение1}}$.

б. Переместите точку A так, чтобы выполнялось неравенство $AB < CD$. Отметьте точку O как центр:

– постройте образ отрезка AB преобразованием гомотетии с отношением $\frac{1}{1 - \text{Значение1}}$, выделите образ отрезка AB и

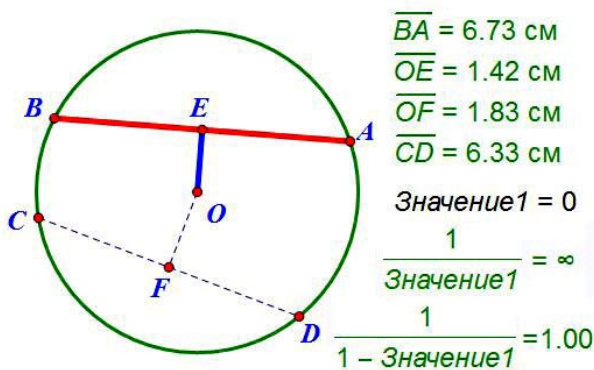


Рис. 9

$\overline{BA} = 6.48$ см
 $\overline{OE} = 1.69$ см
 $\overline{OF} = 1.83$ см
 $\overline{CD} = 6.33$ см

$\overline{BA} = 6.73$ см
 $\overline{OE} = 1.42$ см
 $\overline{OF} = 1.83$ см
 $\overline{CD} = 6.33$ см
 $\text{Значение1} = 0$
 $\frac{1}{\text{Значение1}} = \infty$
 $\frac{1}{1 - \text{Значение1}} = 1.00$

сделайте его жирным, сплошным и синим;
 – постройте образ отрезка OE преобразованием гомотетии с отношением $\frac{1}{\text{Значение1}}$, выделите образ отрезка OE и сделайте его жирным, сплошным и красным.

в. Переместите точку A так, чтобы выполнялось неравенство $AB > CD$. Отметьте точку O как центр:

– постройте образ отрезка AB преобразованием гомотетии с отношением $\frac{1}{1 - \text{Значение1}}$, выделите образ отрезка AB и

сделайте его жирным, сплошным и красным;

– постройте образ отрезка OE преобразованием гомотетии с отношением $\frac{1}{1 - \text{Значение1}}$. Выделите образ отрезка OE и сделайте его жирным, сплошным и синим

(рис. 9).

4. Для вычисления второй булевой переменной выберите инструмент $x \geq y$, затем выберите длину отрезка AB , затем длину CD . Выделите полученный результат и выберите его свойства. Измените имя переменной на *Значение2*.

а. Вычислите $\frac{1}{\text{Значение2}}$ и $\frac{1}{1 - \text{Значение2}}$.

б. Переместите точку A так, чтобы выполнялось неравенство $AB < CD$. Отметьте точку O как центр:

– постройте образ отрезка CD преобразованием гомотетии с отношением $\frac{1}{1 - \text{Значение2}}$, выделите образ отрезка CD и сделайте его жирным, сплошным и красным;

– постройте образ отрезка OF преобразованием гомотетии с отношением $\frac{1}{1 - \text{Значение2}}$, выделите образ отрезка OF и сделайте его жирным, сплошным и синим.

в. Переместите точку A так, чтобы выполнялось неравенство $AB > CD$. Отметьте точку O как центр:

– постройте образ отрезка преобразованием гомотетии с отношением $\frac{1}{\text{Значение}2}$, выделите образ отрезка и сделайте его жирным, сплошным и синим;

– постройте образ отрезка преобразованием гомотетии с отношением $\frac{1}{\text{Значение}2}$, выделите образ отрезка и сделайте его жирным, сплошным и красным.

5. Спрячьте все ненужные детали.

Результат этого построения идентичен результату построения, проведённого в первой части примера. Динамический чертеж *Неравные Хорды* с готовой демонстрацией можно найти на компакт-диске.

Обсуждение и дополнительные идеи для демонстраций

Инструменты сравнения $x < y$ и $x \geq y$ определяются формулами, которые мы использовали в первой части примера в явном виде $\frac{1 \pm \text{sgn}(0.5 + \text{sgn}(BA - CD))}{2}$. Давайте рассмотрим эти формулы более подробно:

– область значений функции $\text{sgn}(a - b)$ по определению $\{-1, 0, 1\}$;

– область значений функции $0,5 + \text{sgn}(a - b)$, соответственно, $\{-0.5, 0.5, 1.5\}$;

– тогда область значений функции $0,5 + \text{sgn}(0,5 + \text{sgn}(a - b))$ будет $\{-1, 1\}$;

– это приводит к тому, что функция $1 + \text{sgn}(0,5 + \text{sgn}(a - b))$ может принимать только значения 0 и 2;

– функция $\frac{1 + \text{sgn}(0.5 + \text{sgn}(BA - CD))}{2}$,

в результате, принимает только два значения: 0 и 1.

Аналогично, $1 - \text{sgn}(0.5 + \text{sgn}(a - b))$ может принимать только значения 0 и 2; поэтому функция $\frac{1 - \text{sgn}(0.5 + \text{sgn}(BA - CD))}{2}$

также принимает только два значения: 0 и 1.

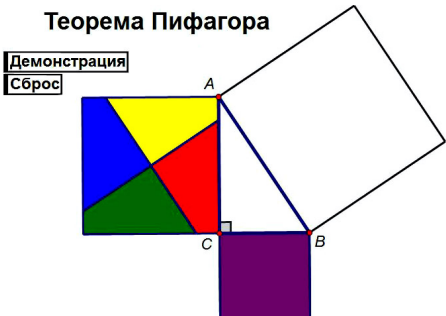
На основе функции $\text{sgn}(x)$ построены и остальные пользовательские инструменты в динамическом чертеже *Булева Логика*.

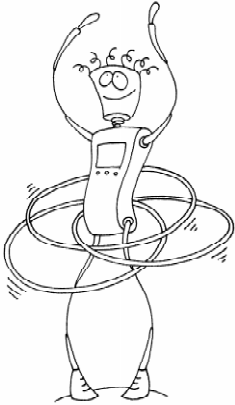
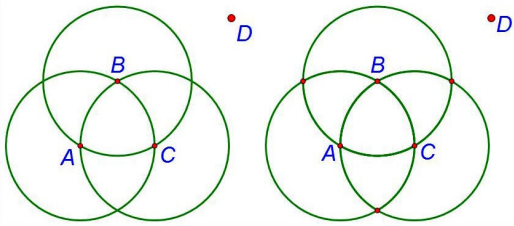
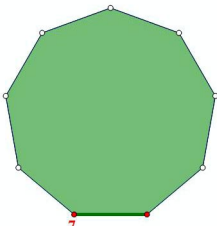
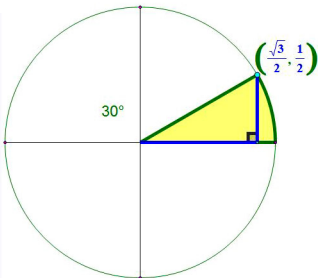
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Очень часто пользователи программы Живая Математика считают её чисто геометрической программой и пренебрегают возможностями алгебраических функций, встроенных в программу. Включение алгебры и особенно булевой логики в геометрические построения существенно расширяет возможности использования программы для создания демонстраций и интерактивных исследовательских сюжетов при изучении геометрии. В качестве примера на компакт-диске вы найдете следующие готовые демонстрации (см. табл. 1).

В предыдущей статье [1] о программировании в «Живой Математике» вы научились использовать кнопки действия и геометрические преобразования для построения демонстраций и исследовательских сюжетов. В этой статье вы узнали некоторые приёмы использования булевых объектов и инструментов. А теперь попробуйте применить все эти приёмы в ваших собственных чертежах.

Табл. 1

<p>1. Теорема Пифагора В данной демонстрации квадрат, построенный на гипотенузе, составляется из квадрата, построенного на одном из катетов, и четырёхугольников, полученных разрезанием квадрата, построенного на втором катете. При создании демонстрации использованы кнопки действия и преобразование перемещения. Вершины треугольника можно свободно перемещать по плоскости.</p>	<p>Теорема Пифагора</p> 
--	---

 <p>2. Диаграмма Венна Данная демонстрация иллюстрирует понятия объединения и пересечения трёх множеств при перемещении точки D. При создании демонстрации использованы инструменты булевой логики, а именно, операторы конъюнкции, дизъюнкции и отрицания.</p>	<p>Диаграмма Венна Перемещайте точку D и объясните разницу между двумя диаграммами.</p> 
<p>3. Булевы многоугольники Нажатие кнопки приводит к появлению соответствующего многоугольника. Данная демонстрация использует 10-кратную булеву точку, контролируемую параметром с целыми значениями 1–10 (при значении, равном 1, точка не видна). Положение булевой точки определяется точкой A.</p>	<p>Булевы многоугольники</p>  <p>Показать точку A</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Точка не существует <input type="checkbox"/> Треугольник <input type="checkbox"/> Квадрат <input type="checkbox"/> Пятиугольник <input type="checkbox"/> Шестиугольник <input type="checkbox"/> Семиугольник <input type="checkbox"/> Восьмиугольник <input type="checkbox"/> Девятиугольник <input type="checkbox"/> Десятиугольник <input type="checkbox"/> Двенадцатиугольник
<p>4. Единичная окружность Данная демонстрация иллюстрирует свойства точек на единичной окружности. При повороте точки показаны соответствующие угловой сектор и прямоугольный треугольник. При использовании кнопки «Вкл./Выкл.» координаты выводятся координаты точки для каждого заданного угла. При построении использованы булевы точки, кнопки действия и преобразования.</p>	<p>Единичная окружность</p>  <p>Вкл./Выкл. координаты</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 0 градусов <input type="checkbox"/> 30 градусов <input type="checkbox"/> 45 градусов <input type="checkbox"/> 60 градусов <input type="checkbox"/> 90 градусов <input type="checkbox"/> 120 градусов <input type="checkbox"/> 135 градусов <input type="checkbox"/> 150 градусов <input type="checkbox"/> 180 градусов <input type="checkbox"/> 210 градусов <input type="checkbox"/> 225 градусов <input type="checkbox"/> 240 градусов <input type="checkbox"/> 270 градусов <input type="checkbox"/> 300 градусов <input type="checkbox"/> 315 градусов <input type="checkbox"/> 330 градусов

От редакции: выход 5-ой версии среды «Живая Математика» планируется в марте 2013 года. Подробности на сайте Института новых технологий www.int-edu.ru.

Литература

1. Люблинская И.Е. Использование кнопок действия при создании демонстраций геометрических теорем в «Живой Математике 5» // Компьютерные инструменты в школе, 2012. № 5. С. 11–17.

Irina E. Lyublinskaya,
Ph.D., Professor of Mathematics and
Science Education, College of Staten
Island College of Staten Island,
City University of New York, USA.



Наши авторы, 2012.
 Our authors, 2012.