МУЗЕЙ ЗАНИМАТЕЛЬНОЙ НАУКИ

Андреев Николай Николаевич,
Калиниченко Михаил Александрович

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ФИЛЬМЫ О ЗАНИМАТЕЛЬНЫХ И НЕРЕШЕННЫХ ПРОБЛЕМАХ МАТЕМАТИКИ ФИЛЬМ ДВЕНАДЦАТЫЙ. ПРЯМИЛО ЛИПКИНА

Вступление.

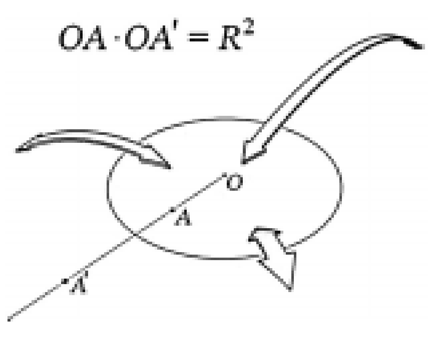
Со времен изобретения Джеймсом Уаттом паровой машины стояла задача построения шарнирного механизма, переводящего движение одного шарнира по окружности в движение другого шарнира по прямой. То есть спрямляющего механизма, или прямила.

Долгое время ученые и инженеры не могли решить эту задачу, строили приближенные прямила, где ведомый шарнир ходил не строго по прямой, но рядом, не очень далеко удаляясь от нее. А окончательно решить задачу создания прямила помогла красивая математика.

***

Кадр 1–11.

Напомним, что инверсией на плоскости относительно окружности называется взаимнооднозначное отображение внутренности окружности (за исключением одной точки – центра) на всю внешность окружности. Образом точки A является точка A', лежащая на луче, выходящем из центра окружности и проходящем через точку A. Расположение на луче определяется равенством $OA \cdot OA' = R^2$. С помощью инверсии в геометрии решается много интересных задач. Как мы увидим, преобразование инверсии позволяет решать не только теоретические задачи.



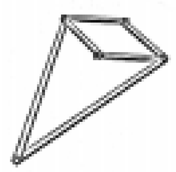
***

Кадр 12. **Заголовок.**

ПРЯМИЛО ЛИПКИНА

Кадр 13–23.

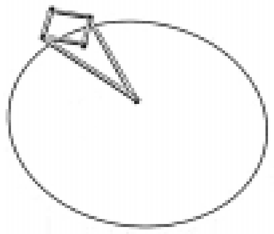
Рассмотрим шарнирный механизм с одним закрепленным красным шарниром. К концам двух длинных звеньев, имеющих одинаковую длину, прикреплен шарнирный ромб.



Кадр 24–26.

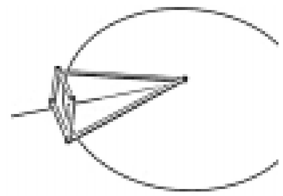
Этот механизм реализует инверсию относительно окружности с центром в закрепленном шарнире и радиусом, зависящим от длины звеньев механизма.

С помощью нашего механизма посмотрим, какими свойствами обладает отображение инверсии.



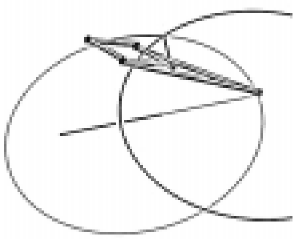
Кадр 27–29.

Из самого определения инверсии понятно, что образом отрезка, лежащего на прямой, проходящей через центр инверсии, является отрезок, снова лежащий на этой же прямой.



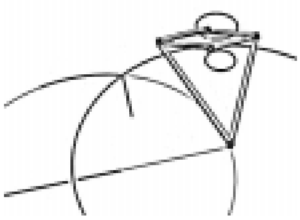
Кадр 30–32.

Образом отрезка, лежащего на прямой, не проходящей через центр инверсии, является дуга окружности, проходящей через центр инверсии.



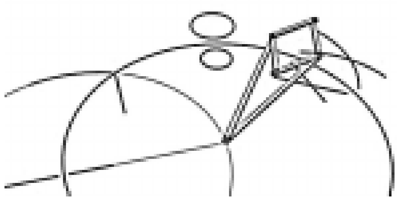
Кадр 33–35.

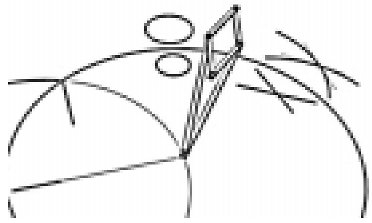
Окружность, не проходящая через центр инверсии и не пересекающаяся с окружностью инверсии, переводится механизмом снова в окружность.



Кадр 36–38.

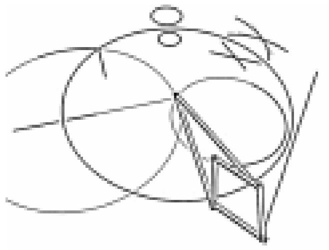
Инверсия сохраняет углы между кривыми, однако меняет их ориентацию. Такие преобразования в математике называются *антиконформными* (*конформные* – те, которые сохраняют и углы и их ориентацию).



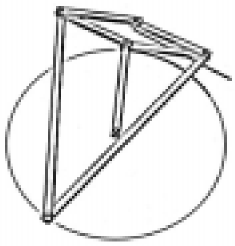


Кадр 39–42.

Дуга окружности, проходящей через центр инверсии, отображается... в точно прямолинейный отрезок!



Кадр 43–52.



Именно это свойство и было использовано для построения первого в истории точного прямила. Для того чтобы ведущий шарнир ходил строго по окружности, проходящей через центр инверсии, добавим неподвижный шарнир в центр окружности и звено, по длине равное радиусу. Тем самым ведомый шарнир всегда будет ходить по прямолинейному участку. Ввиду того, что данный вид прямил использует свойства инверсии, их часто называют инверсорами.

О построении инверсора в 1864 году в частном письме сообщил офицер инженерного корпуса французской армии Поселье (Charles Nicolas Peaucellier, 1823–1913). Однако он не указал никаких подробностей построения механизма. В 1868 году студент П.Л. Чебышева Липман Липкин (1846–1876) изобретает инверсор. Его подробная статья выходит в 1870, и лишь в 1873 году появляется статья Поселье с описанием такого же прямила и со ссылкой на работу Липкина.

Впоследствии были построены прямила, основывающиеся и на других математических идеях. Однако инверсор отличается красотой, хорошими механическими свойствами и нашел много применений в технике.

Кадр 53. **Титры**

Идея фильма: Николай Андреев.

Спасибо: Роману Кокшарову.

Мультипликация: Михаил Калиниченко.

***Андреев Николай Николаевич,
кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Математического института им. В.А. Стеклова РАН,***

***Калиниченко Михаил Александрович,
художник проекта.***