

*Андреев Николай Николаевич,  
Калиниченко Михаил Александрович*

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ФИЛЬМЫ  
О ЗАНИМАТЕЛЬНЫХ  
И НЕРЕШЕННЫХ ПРОБЛЕМАХ МАТЕМАТИКИ  
ФИЛЬМ ОДИННАДЦАТЫЙ.  
СТОПОХОДЯЩАЯ МАШИНА П. Л. ЧЕБЫШЕВА**

**Кадр 1–2. Заголовок.**

**СТОПОХОДЯЩАЯ МАШИНА П. Л. ЧЕБЫШЕВА**

Со времен изобретения Джеймсом Уаттом паровой машины стояла задача построения шарнирного механизма, переводящего движение по окружности в прямолинейное движение.

Великий русский математик Пафнутий Львович Чебышев не смог точно решить изначальную задачу, однако, исследуя ее, разработал теорию приближения функций и теорию синтеза механизмов. Используя последнюю, он подобрал размеры лямбда-механизма так, чтобы... Но об этом чуть ниже.

**Кадр 3.**

Механизм имеет два неподвижных шарнира, три его звена имеют одинаковую длину. Из-за своего вида, похожего на греческую букву лямбда, этот механизм и получил свое название.



**Кадр 4–18.**

Незакрепленный шарнир маленького ведущего звена вращается по окружности, при этом ведомый шарнир описывает траекторию, похожую на профиль шляпки белого гриба.



**Кадр 19–30.**

Расставим на окружности, по которой равномерно вращается ведущий шарнир, метки через равные промежутки времени и соответствующие им метки на траектории свободного шарнира.

**Кадр 31–38.**

Нижнему краю «шляпки» соответствует ровно половина времени движения ведущего звена по окружности. При этом нижняя часть траектории очень мало отличается от движения строго по прямой (уклонение от прямой на этом участке составляет доли процента от длины короткого ведущего звена).

На что же еще, кроме шляпки гриба, похожа траектория? Пафнутий Львович увидел сходство с траекторией движения копыта лошади!



**Кадр 39–42.**

Приделаем к лямбда-механизму ногу со стопой.



**Кадр 43–46.**

Прикрепим к тем же неподвижным осям в противоположной фазе еще одну такую же.



**Кадр 47–50.**

Для устойчивости добавим зеркальную копию уже построенной двуногой части механизма.



**Кадр 51–60.**

Дополнительными звеньями согласовывают их фазы вращения, а общей платформой соединяются оси механизма. Мы получили, как говорят в механике, кинематическую схему первого в мире шагающего механизма.



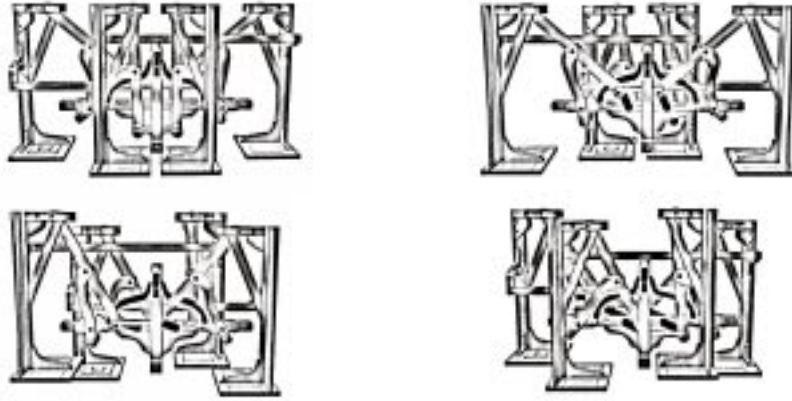
**Кадр 61–70.**

Пафнутий Львович Чебышев, будучи профессором Санкт-Петербургского университета, большую часть своего жалования тратил на изготовление придуманных механизмов. Он воплотил описанный механизм «в дереве и железе» и назвал его «Стопоходящая машина».



Этот первый в мире шагающий механизм, изобретенный российским математиком, получил всеобщее одобрение на Всемирной выставке в Париже 1878 года.

Благодаря Политехническому музею г. Москвы, сохранившему чебышевский оригинал и предоставившему возможность «Математическим этюдам» обмерить его, у нас есть возможность увидеть в движении точную 3D-модель стопоходящей машины Пафнутия Львовича Чебышева.



**Кадр 71–73. Титры**

*Идея фильма:* Николай Андреев.

*Мультипликация:* Михаил Калинин.

*Спасибо:* Роману Кокшарову, Михаилу Мамакову, Никите Панюнину, Никите Шавельзону.

Математические этюды благодарят Политехнический музей за сохранение машины П.Л. Чебышева.

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

*Калининченко Михаил Александрович,  
художник проекта.*



Наши авторы, 2007  
Our authors, 2007