

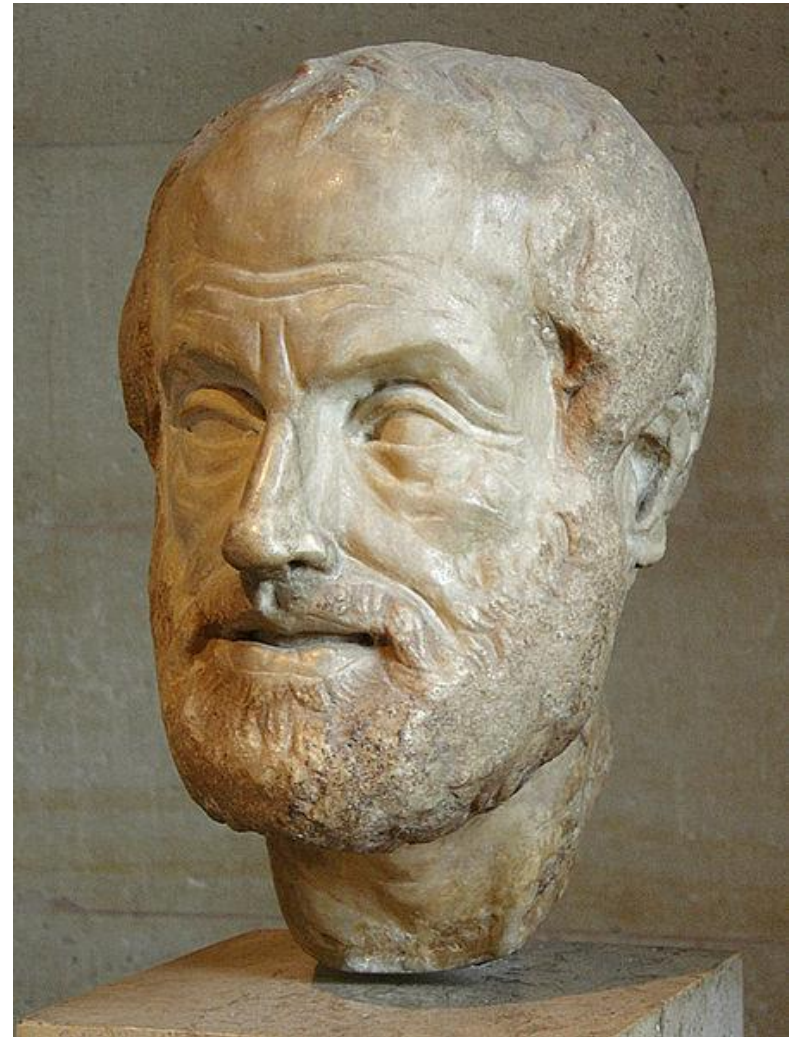
• О механике живой природы

Чиненова В.Н.

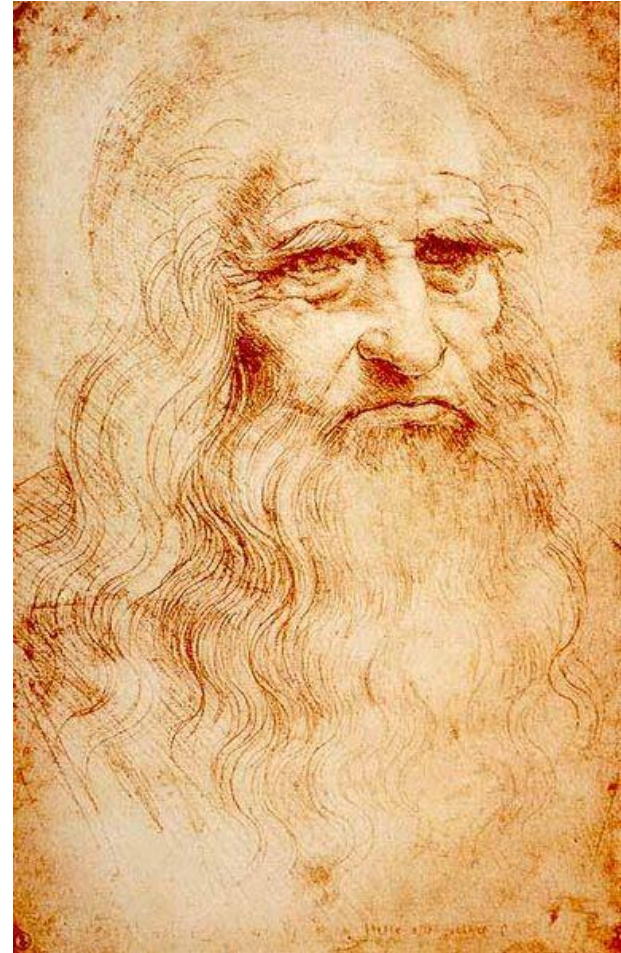
к.ф-м.н, ст.н.с.

*Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова*

- Начало исследований полёта птиц заложил ещё Аристотель (384 до н. э.-322 до н. э) в работе «О частях ЖИВОТНЫХ» (в четвёртой книге)



- Лишь через два тысячелетия следующий значительный шаг в исследовании полёта птиц сделал Леонардо Да Винчи (1452-1519) в своей работе «Кодекс о полёте птиц».



- В работе Джованни Альфонсо Борелли (1608-1679) «О движении животных», опубликованной в 1680 году, подробно описана анатомия птиц с точки зрения механики



- Д.А. Борели в своей книге «О движении животных» писал: «... **геометрия и механика являются ступенями, с помощью которых мы сможем овладеть замечательной наукой о движении *животных***».

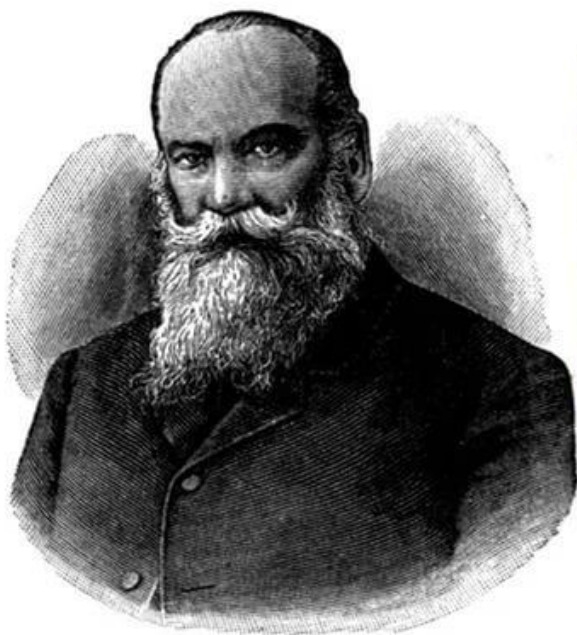
- Следующие этапы развития знаний о полёте птиц связаны со становлением **гидродинамики**. Так, Христиан Гюйгенс в XVII столетии измерил зависимость аэродинамического сопротивления от скорости



- **К. В. Отто**
Лилиенталь ([1848](#),
[1896](#)) — немецкий
[инженер](#), один из
пионеров [авиации](#),
объяснивший
причины парения
птиц



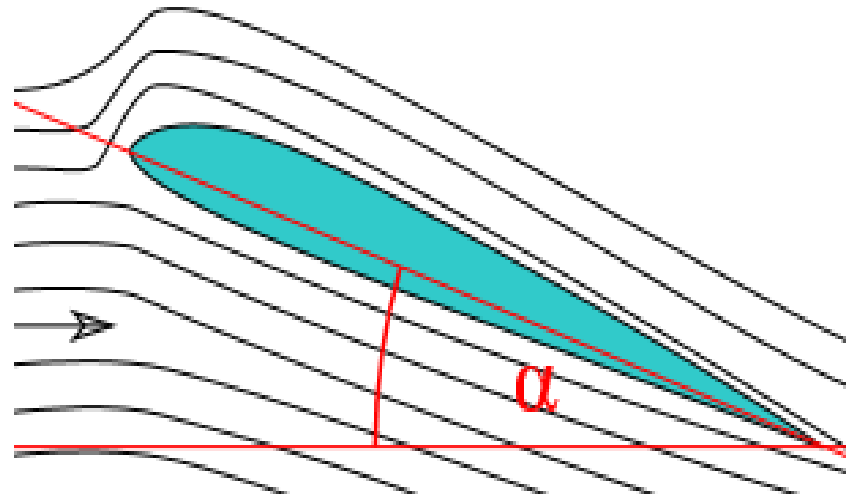




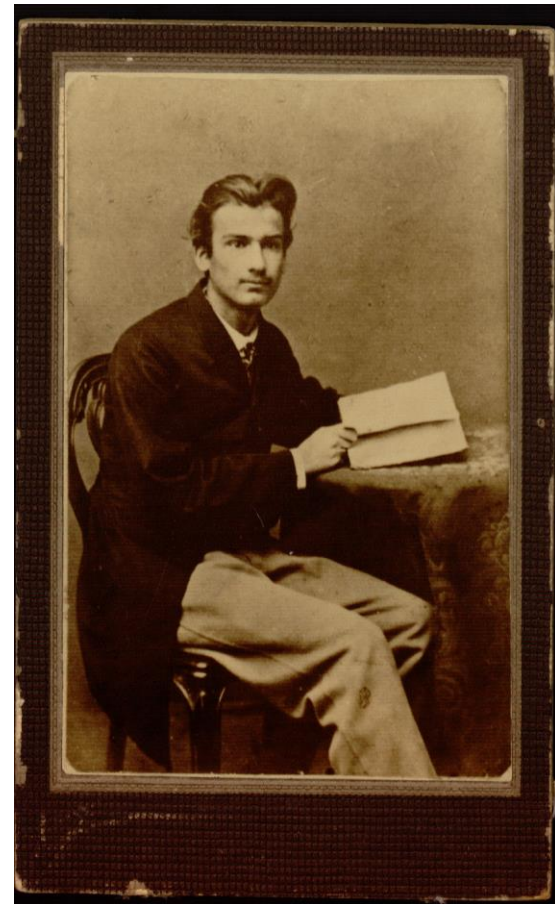
ЖУКОВСКИЙ Николай
Егорович
(1847—1921)



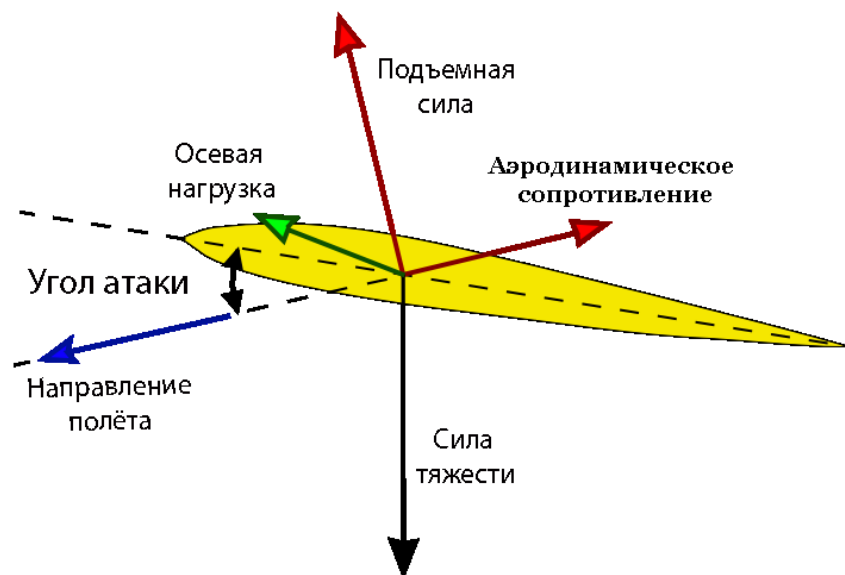
- Н.Е.Жуковский всесторонне исследовал динамику полёта птиц, 3 ноября 1891 года сделал доклад «*О парении птиц*». В 1892 году сделал доклад «По поводу летательного снаряда Чернушенко»; **составив основные уравнения динамики для центра тяжести планирующего тела** (т. е. при постоянном угле атаки)



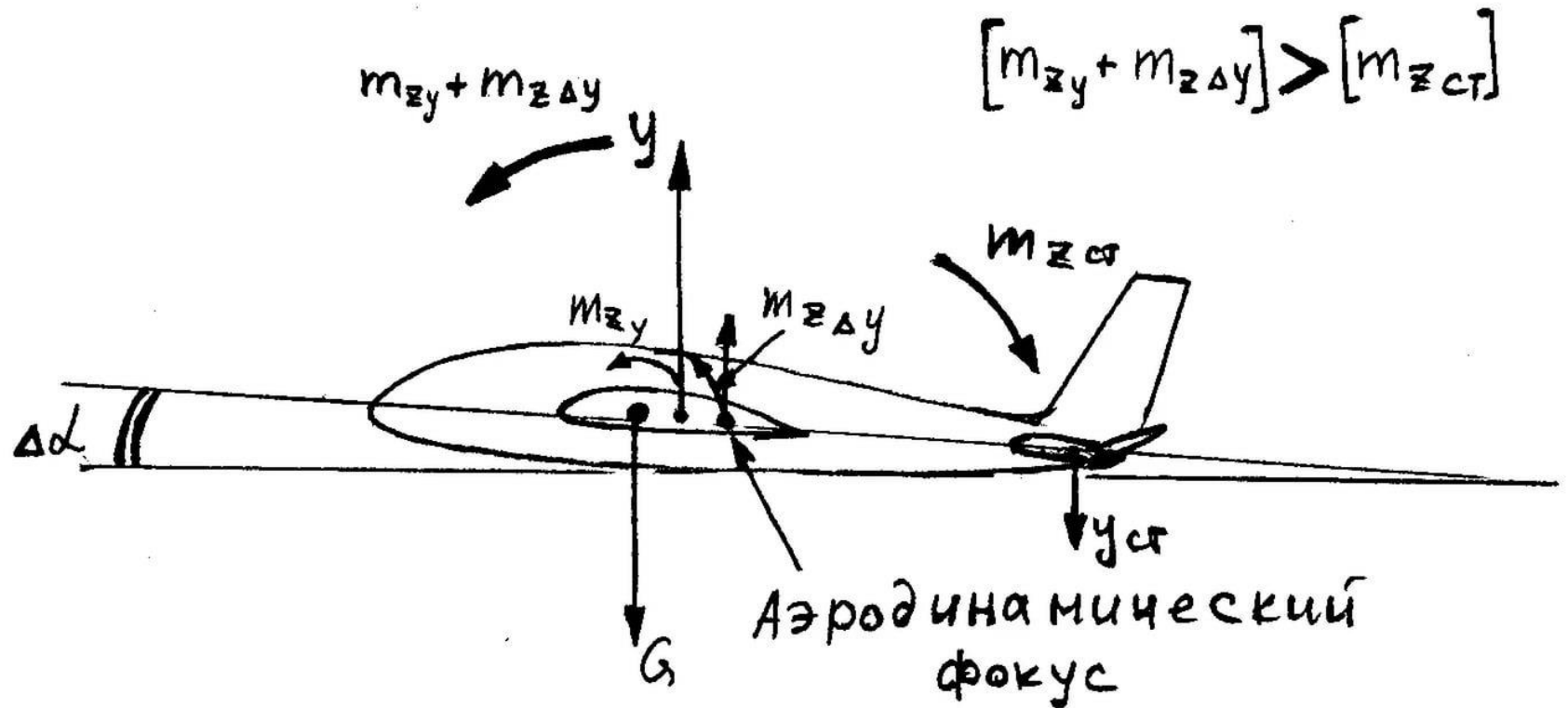
Н.Е.Жуковский



Подъемная сила крыла



Аэродинамический фокус



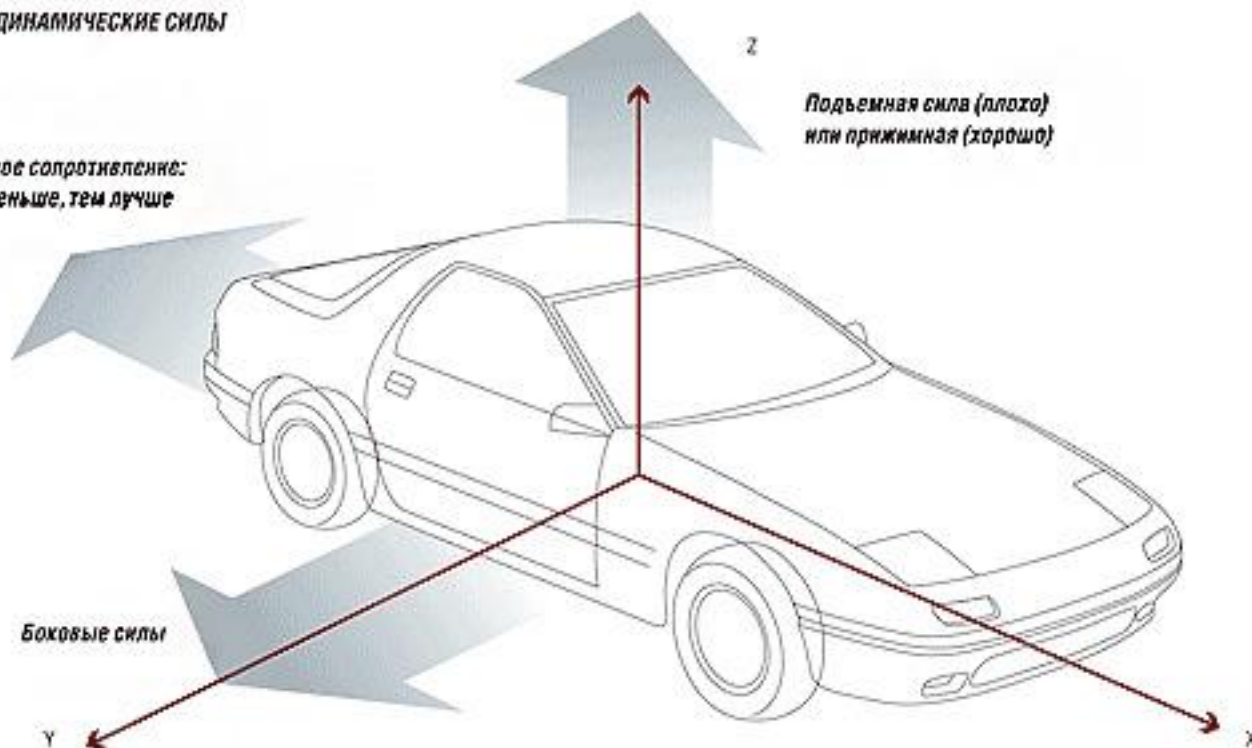
Аэродинамика автомобиля

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ СИЛЫ

Лобовое сопротивление:
чем меньше, тем лучше

Боковые силы

Подъемная сила (плохо)
или прижимная (хорошо)



Аэродинамика велосипедиста



- «Биомеханика» (biomechanics: от греч.bios – жизнь и mechanike – механика (наука о машинах)).
- Биомеханика – раздел естественных наук, изучающий на основе моделей и методов механики механические свойства живых тканей, отдельных органов и систем, или организма в целом, а также происходящие в них механические явления.

Василий Прохорович Горячкин (1868-1935)



В.П. Горячкин «О механике живой природы»

- В конце 1927 г. на годовичном собрании Сельскохозяйственной Академии им. К.А.Тимирязева Василий Прохорович Горячкин выступил с докладом **«О механике живой природы»**.
- Доклад был посвящен применению методов классической механики **к изучению механики живого организма** и биологии.
- Исследование Горячкина посвящено важному разделу теории механизмов, получившему развитие уже в наши дни в теории структуры манипуляторов и роботов.
- Этой же теме посвящена статья **«Механические тракторы и живые двигатели»**, опубликованная в его Собрании сочинений и брошюра **«Работа живых двигателей»**.

- **«Механика есть наука о движении, а движение нужно понимать не только, как видимое перемещение, а в более широком смысле слова: как изменение одной величины по отношению к другой. Под такое определение подходит всякое вообще явление, которое и есть не что иное, как изменение одной величины по отношению к другой. Отсюда следует, что основные принципы механики обязательны и для живой природы. Таким образом, пути биологии и механики должны идти параллельно друг другу, так как основные идеи их одного и того же происхождения» [I, с.3].**

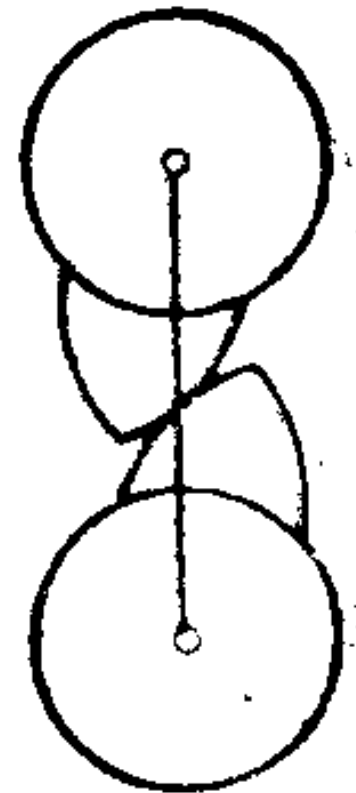
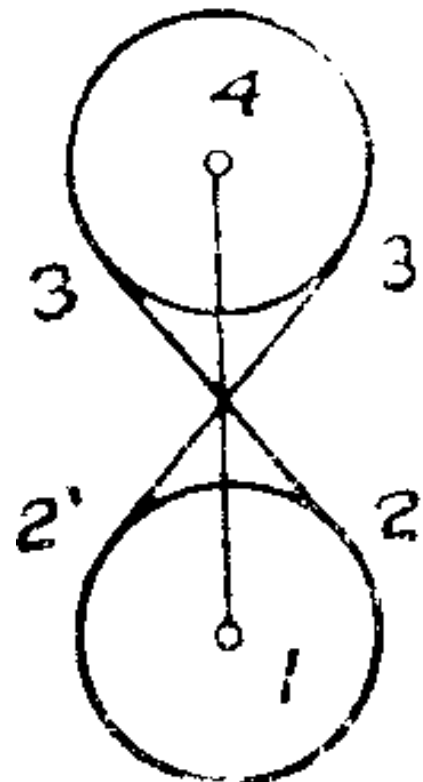
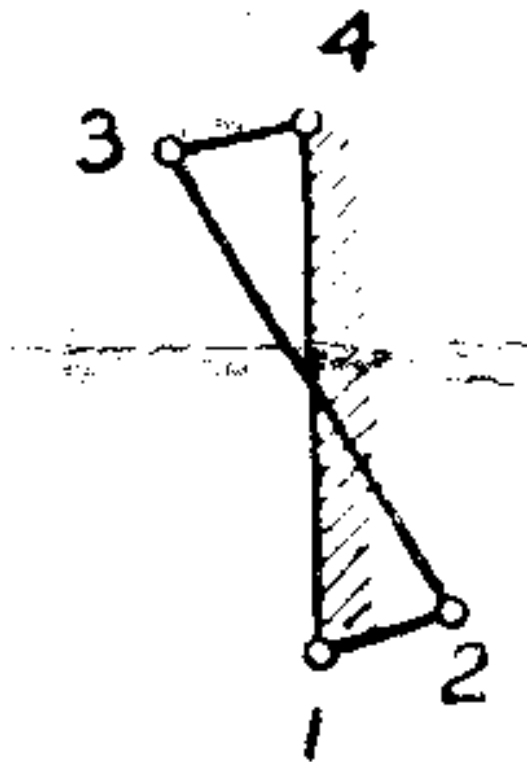


Рис.4

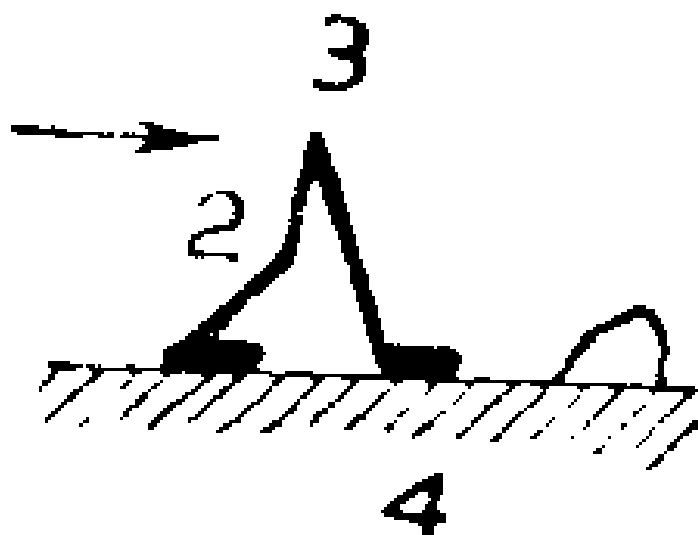
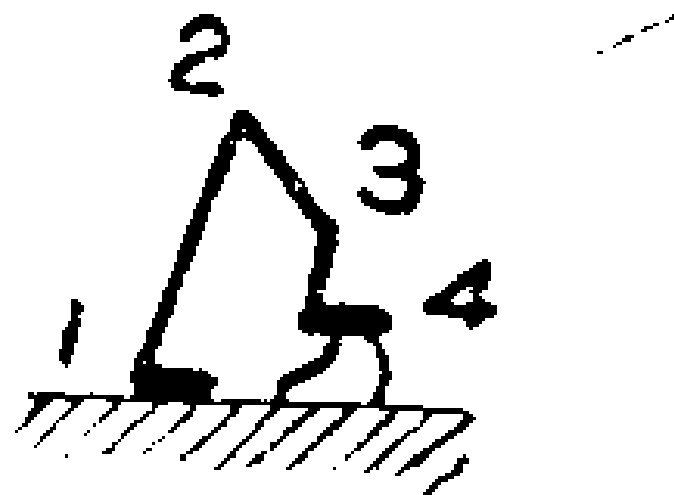
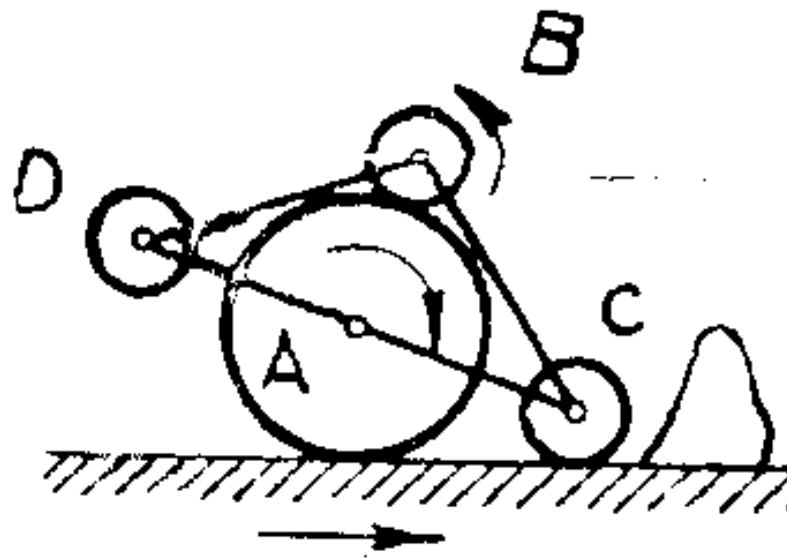
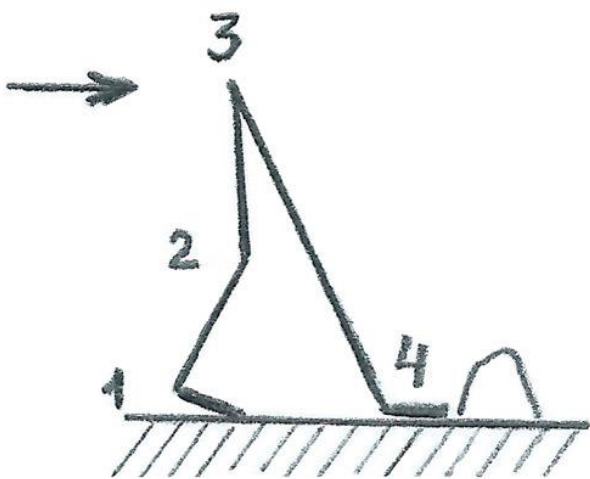


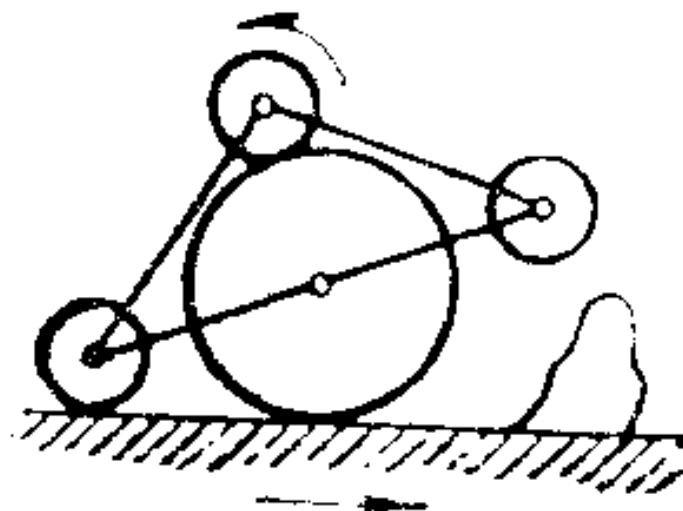
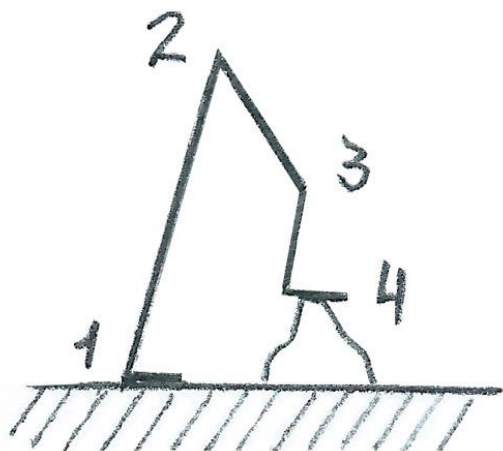
Рис. 5



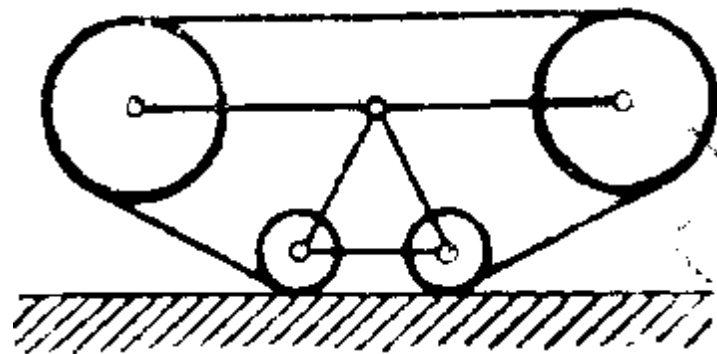
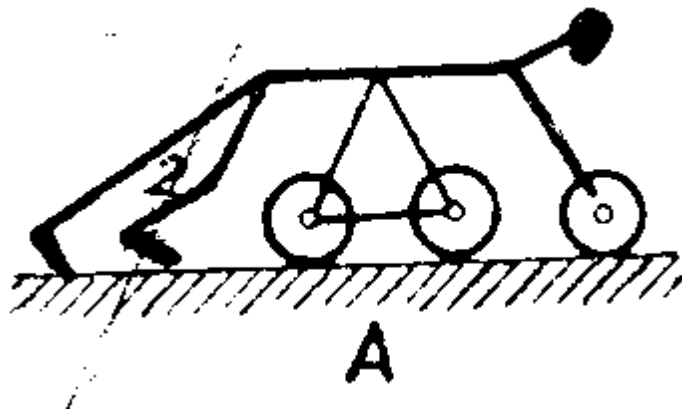
В.П. Горячкин «О механике живой природы»



В.П. Горячкин «О механике живой природы»

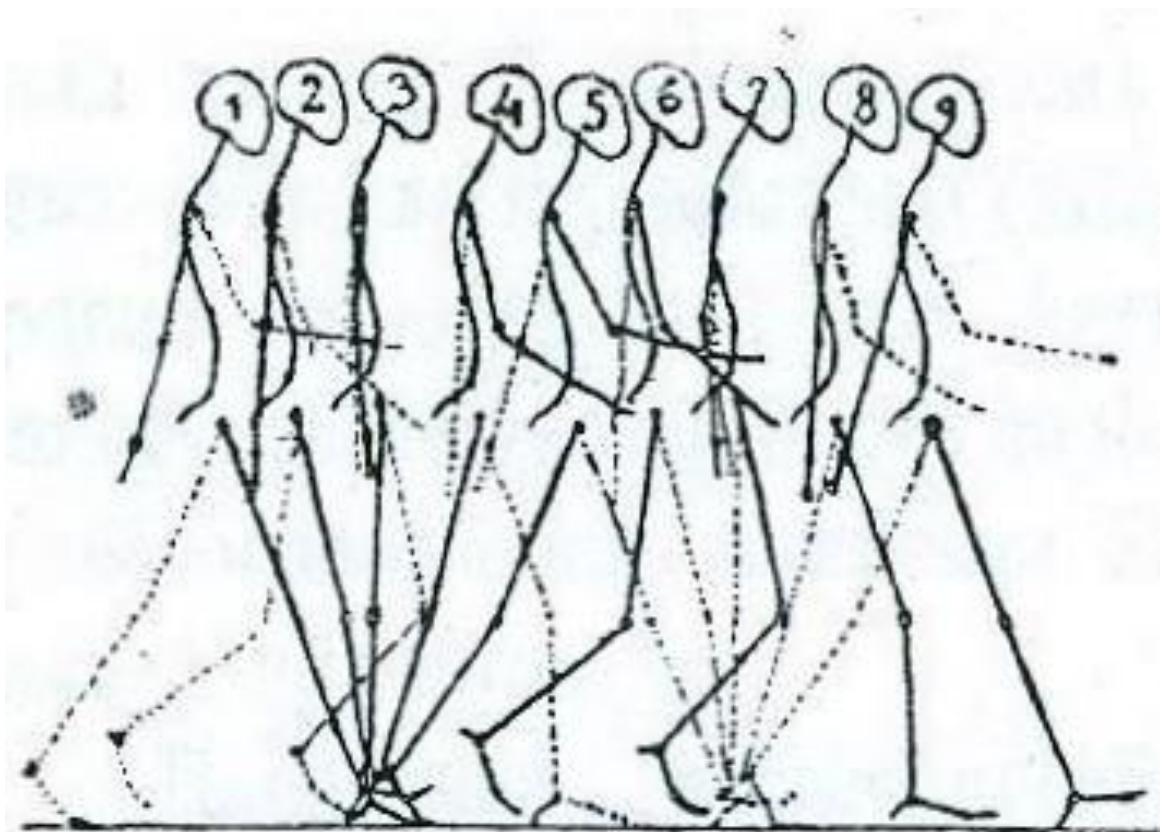


В.П. Горячкин «О механике живой природы»

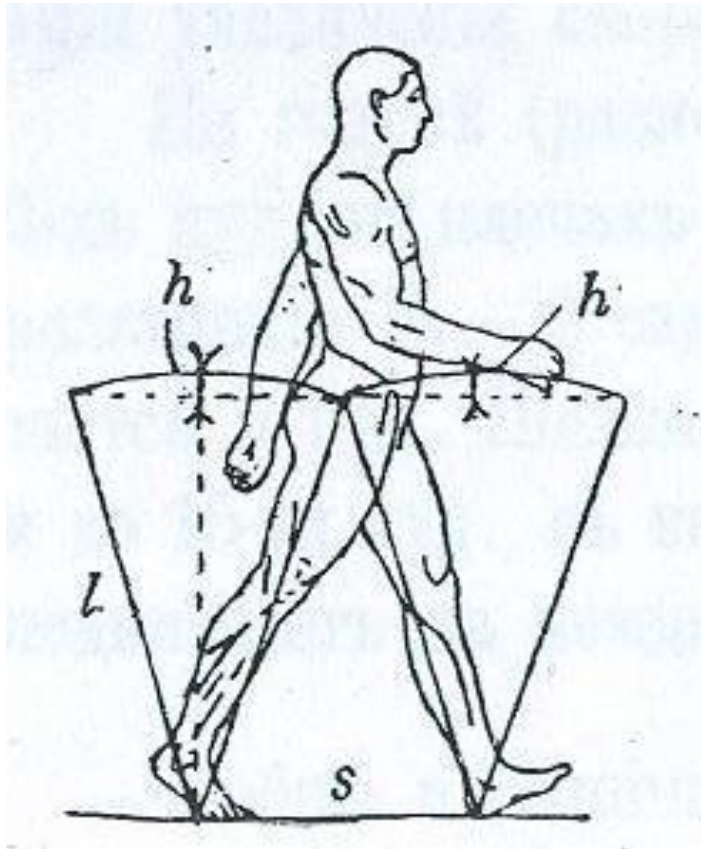


- **Основной метод механики заключается в том, что механика для решения задач, прежде всего, выбирает достаточное и необходимое число условий, схематизирует явление и символизирует в виде математических знаков. А раз составлено уравнение, то из него непременно вытекают следствия, которые дают повод к проверке выводов**

В.П. Горячкин «О механике живой природы»



В.П. Горячкин «О механике живой природы»

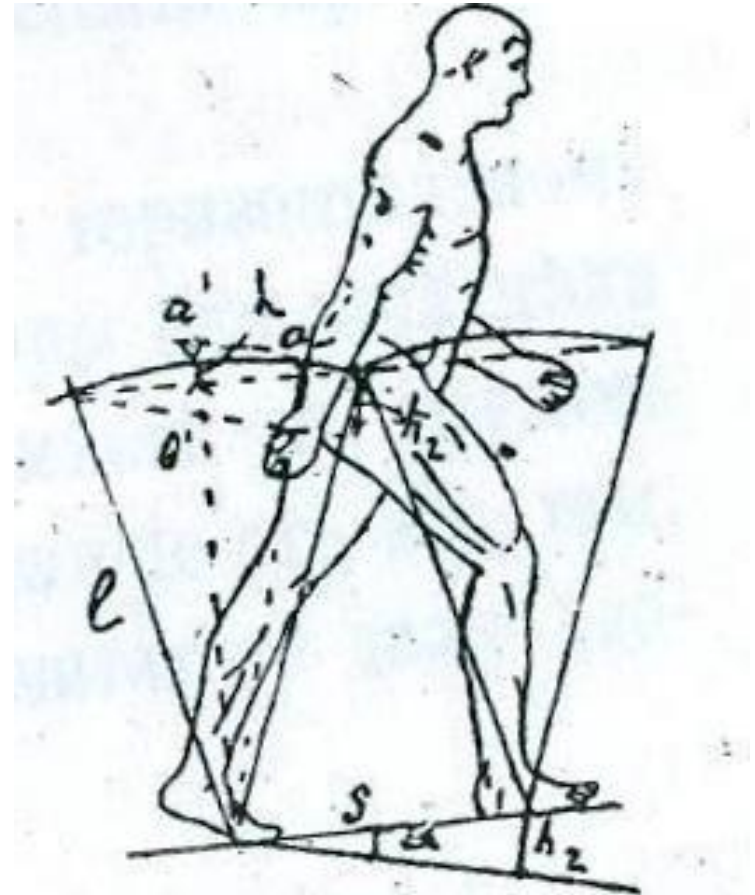


- Туловище человека перекачивается в тазобедренном суставе подобно обращенному маятнику, причем центр тяжести последовательно поднимается и опускается на высоту нескольких сантиметров: $h=s^2/8l$, где s – длина шага, l – длина ноги.

- Работа при ходьбе по горизонтальному пути составляет около одной пятнадцатой ($1/15$) доли работы поднятия тела пешехода на высоту, равную пройденному пути. В соответствии с этим заключением, человек массой 75 кг на шаг длиной 0,7 м затрачивает около 35 Дж энергии.

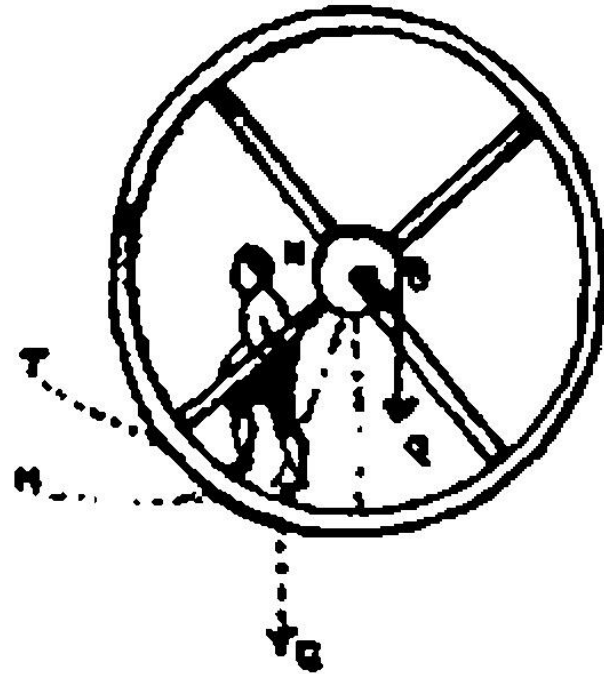
В.П. Горячкин «О механике живой природы»

- При подъеме в гору или по лестнице, человек при каждом простом шаг приподнимает центр тяжести на высоту $ab=a'b'$
- $h' = h - s/2 \sin \alpha = 0, \text{ m.e.}$
- $\sin \alpha = 2h/s = s/4l = 1/6 = 0,0166; \quad \alpha = 9,5.$
- Для восхождения на Монблан в 3,76 км в течение 17-ти часов требуется затрата работы для человека весом 70 кг:
 $3760 \times 70 = 263000 \text{ кгм}$



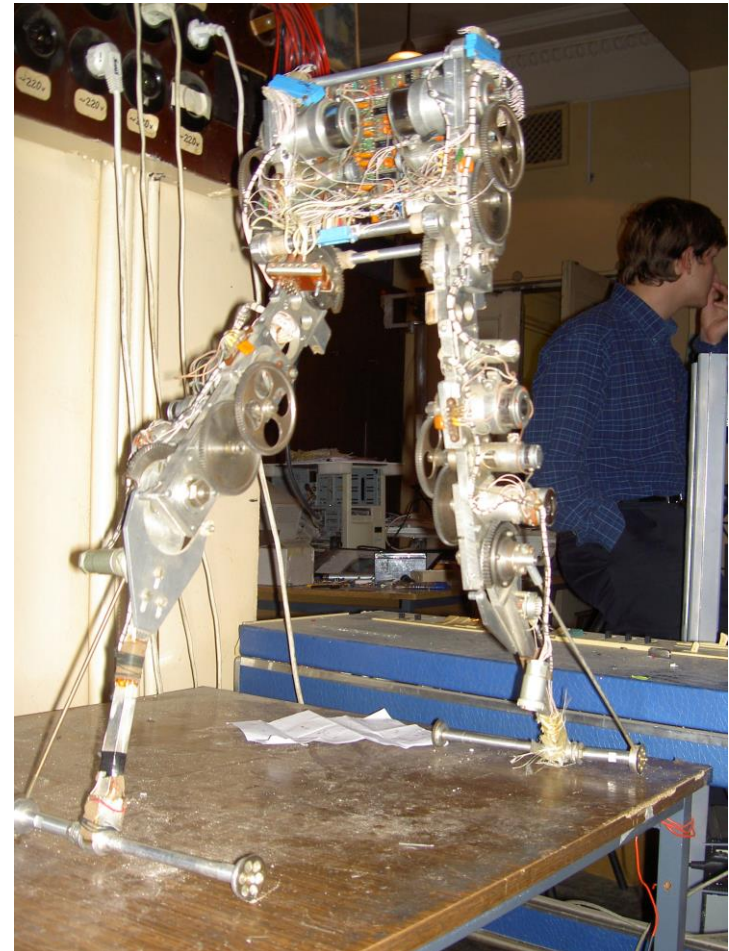
В.П. Горячкин «О механике живой природы»

Если перекинуть веревку через блок и к одному концу ее подвесить люльку, а к другому груз, то человек в течение дня в состоянии поднять 310 раз на высоту 13 м груз, равный собственному весу (70 кг). Такая работа оказывается очень производительной и равна 282100 кгм



Модель создана в Институте Механики МГУ им. М.В. Ломоносова

- 3-D модель
пятизвенного
безstopного механизма.
Он управляется 4
электроприводами (2 –
в коленном суставе и 2
– в тазобедренном).
Есть датчики усилий,
которые определяют
силу реакции опоры,
приложенной к голени
со стороны опоры



- Описанные модели показывают, что все науки должны жить единой логикой. Хотя, конечно, далеко не все вопросы биологии могут быть сведены к механике, но, тем не менее, значение механики для биологии, несомненно. Основной метод механики заключается в том, что механика для решения задач, прежде всего, выбирает достаточное и необходимое число условий, схематизирует явление и символизирует в виде математических знаков. А раз составлено уравнение, то из него непременно вытекают следствия, которые дают повод к проверке выводов и тем самым подкрепляют или, наоборот, опровергают решение.

- Исследование динамики ходьбы и проблем управления ею важно для исследования и моделирования процесса перемещения (локомоции) человека, для конструирования протезов, шагающих роботов.

Спасибо за внимание !