

КАК ДУМАЮТ МЕХАНИКИ

Келлер Илья Эрнстович

выпускник гимназии 17, 1986 год

доктор физико-математических наук, профессор
кафедры «Динамика и прочность машин»

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Цель урока

Фундаментальные законы механики имеют простой вид, но способны описывать проблемы неисчерпаемой сложности

Механика в жизни: от ДНК до космологии, границы механики в науке

О связи фундаментальных и инженерных сторон деятельности механика

Механики — образованные люди

Положение механики в науке и технологиях

Механика — наука о взаимодействии тел и изменении их взаимного положения в пространстве

Положение механики в науке и технологиях

Механика — древнейшая из наук, её возраст в Европе — 26 веков, истоки механики совпадают с истоками науки

Положение механики в науке и технологиях

Механика — наука первопринципов, методы механики занимают промежуточное положение между методами физики и методами математики

«Математики считают механиков физиками, а физики — математиками»

Тем не менее, шестая проблема Гильберта (1900) об аксиоматизации механики не решена, в частности вследствие некоторой неопределенности границ, отделяющих механику от остальной физики

Положение механики в науке и технологиях

Фундаментальные знания
механики vs их практическое
применение в технологиях

Автоколебания и автоволны

Солитоника

Параметрические колебания

Конфигурационные силы

Турбулентность

Термодинамика необратимых процессов

Магнитогидродинамика

Космология

Отсутствие антагонизма между
фундаментальными и инженерными
асpekтами деятельности механиков



Выдающиеся ученые в области механики корабля

И.Г.Бубнов

ген.-майор (1863-1945)



А.Н.Крылов

акад., ген. флота (1872-1919)



Б.Г.Галёркин

акад., ген.-л-т (1871-1945)



В конце XIX века в кораблестроительные вузы
России могли поступить только золотые медалисты

Выдающиеся ученые в области механики корабля



**Пётр Фёдорович
ПАПКОВИЧ**
чл.-корр. акад.,
контр-адмирал
(1887-1946)

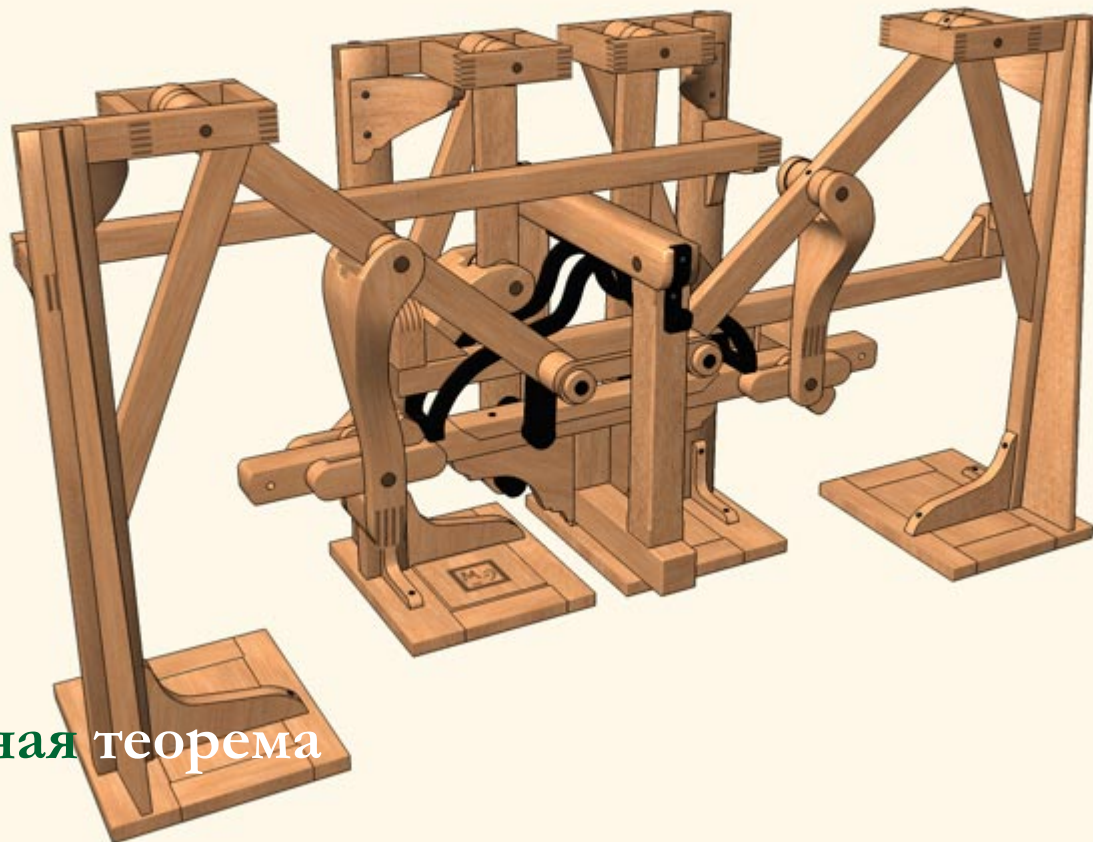


**Василий Григорьевич
ВЛАСОВ**
д.т.н., контр-адмирал
(1896-1959)



**Владислав
Трофимович
ТОМАШЕВСКИЙ**
д.т.н., контр-адмирал
(род. 1929)

П.Л.Чебышёв



Центральная предельная теорема

Закон больших чисел

Теория ортогональных многочленов

Теория равномерных приближений

Математическая теория синтеза механизмов

Паровая машина: Всемирная выставка, Филадельфия, 1876

~~Стопоходящая машина: Всемирная выставка, Париж, 1878~~

Арифмометр: Парижский музей искусств и ремесел

Математическая теория течения идеально пластической среды

Треска, 1864-1874

критерий текучести твердых тел

Ивлев, 1959

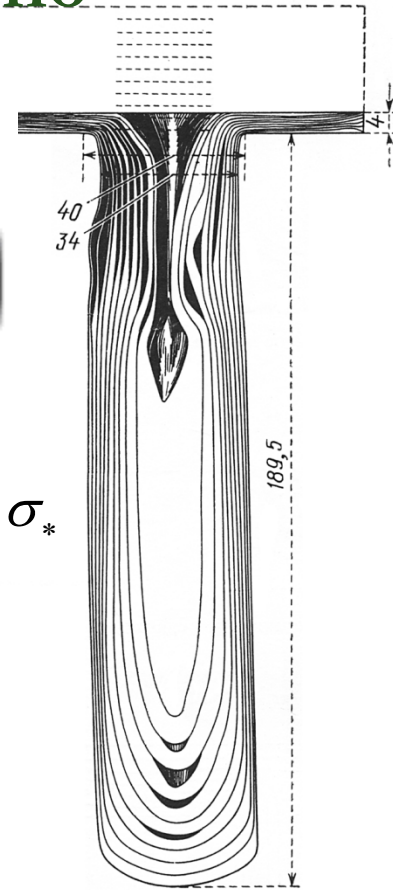
полая интегрируемость пространственных
уравнений поля с критерием Треска

Келлер, 2013

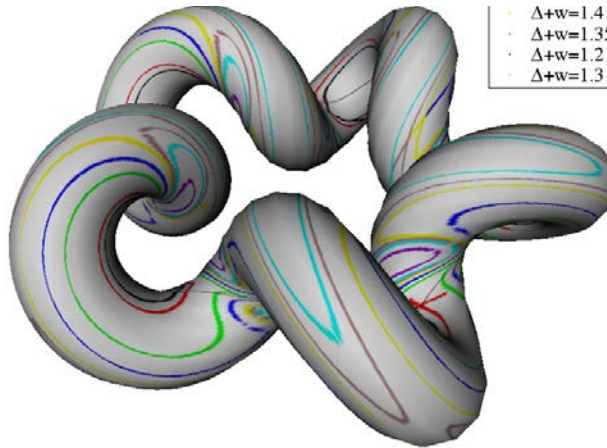
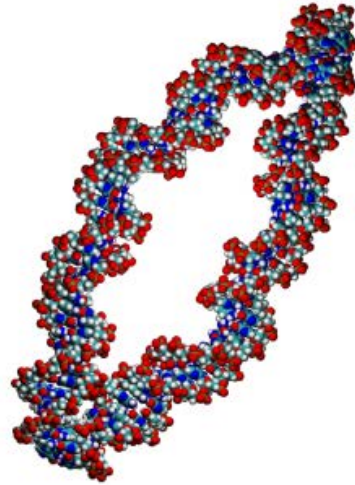
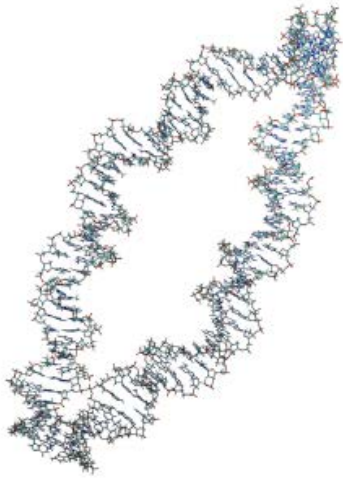
найден класс неустойчивых обобщенно-вязких сред,
допускающих полное интегрирование уравнений
поля



$$\max_{i \neq j} |\sigma_i - \sigma_j| = \sigma_*$$



Кодирование ДНК или сопромат?



Логическая цепочка умозаключений Ньютона (1665-1666)

1. Сила тяжести на Земле центральна и простирает свое действие до Луны!
 2. Свободное движение тел на Земле по касательной к ее поверхности и мгновенное движение Луны в этой же плоскости суть кинематика движения по инерции
 3. Свободное падение тел на Земле и мгновенное движение Луны в радиальном направлении суть кинематика равноускоренного движения
-

Логическая цепочка умозаключений Ньютона (1665-1666)

4. Независимость g и центростремительного ускорения от веса тела, вес (притяжение) — не характеристика тела, на разных дистанциях он разный
5. Сила тяжести и центробежная сила пропорциональны некоторой собственной характеристике тела m (массе)
6. Сила тяготения двух тел пропорциональна произведению их масс \leftrightarrow Ускорение есть отношение силы к массе тела



$$ma = F, \quad F = G \frac{mM}{r^2}$$

Законы сохранения и принципы симметрии

Уравнение

$$\frac{d}{dt}(mv) = F$$

есть экземпляр балансового уравнения или закона сохранения, которые распространены в любой рациональной науке, основанной на принципе причинности.

**Трансляционное движение по инерции
совсем не простó!**

**С уравнением трансляционного движения
по инерции непрерывного многообразия
материальных точек**

$$\frac{\partial}{\partial t} \mathbf{v} + \mathbf{v} \cdot \nabla \mathbf{v} = \mathbf{0}$$

**связана одна из шести математических
проблем третьего тысячелетия**

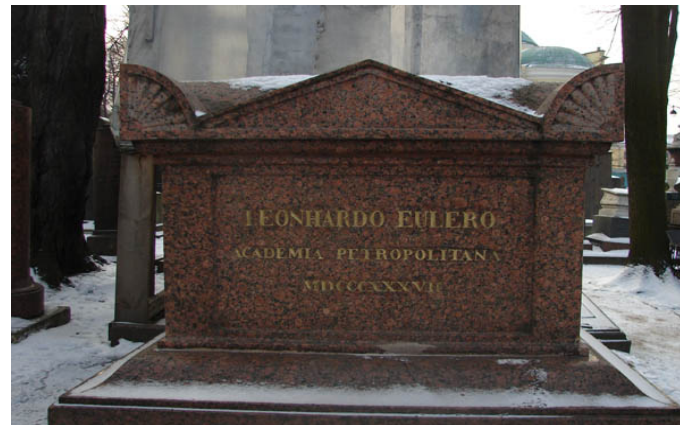
Уравнение баланса количества вращательного движения (Эйлер, 1758)

$$\frac{d}{dt}(\mathbf{J} \cdot \boldsymbol{\omega}) = \mathbf{M}$$

\mathbf{J} — момент инерции

\mathbf{M} — момент

$\boldsymbol{\omega}$ — угловая скорость



Дом Леонарда Эйлера и его могила в СПб

Баланс количества вращательного движения

Кельтский камень



Навигация:
гироскопы



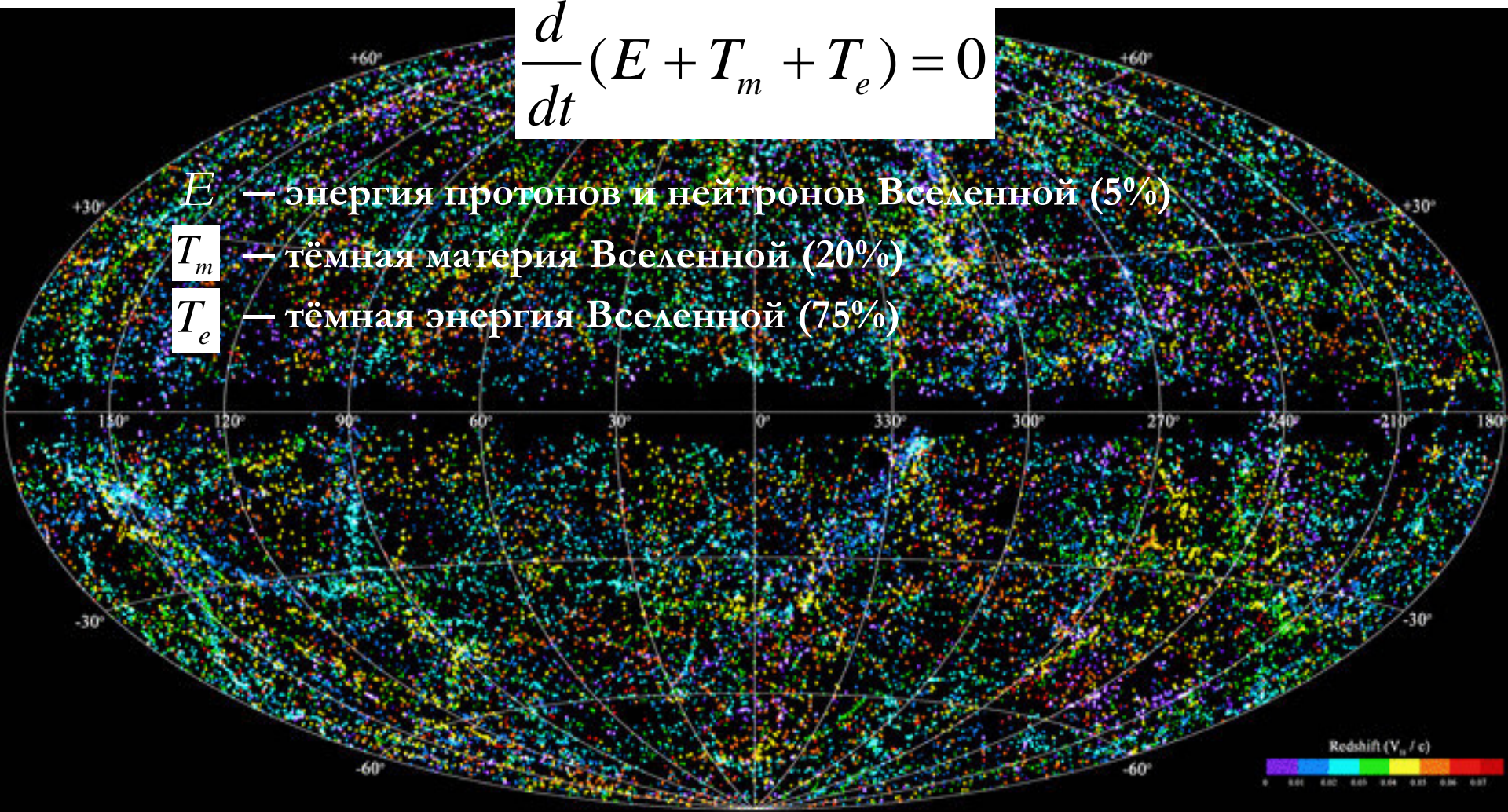
Баланс энергии в космологии

$$\frac{d}{dt}(E + T_m + T_e) = 0$$

E — энергия протонов и нейтронов Вселенной (5%)

T_m — тёмная материя Вселенной (20%)

T_e — тёмная энергия Вселенной (75%)



Джеты энергии, выбрасываемые черной дырой в центре галактики Лебедь — это тоже механика!



Спасибо за внимание!
