



## Летняя школа учителей физики

# Зачем будущим физикам хорошее знание математики

Усть-Лабинск, 03 июля 2025 г.

М.Г. Павлов «О неуместности математики в физике»  
научное приложение к газете «Русский инвалид», 1837 г.



## Михаил Павлов

Профессор физики  
в Московском университете  
+ доктор медицины

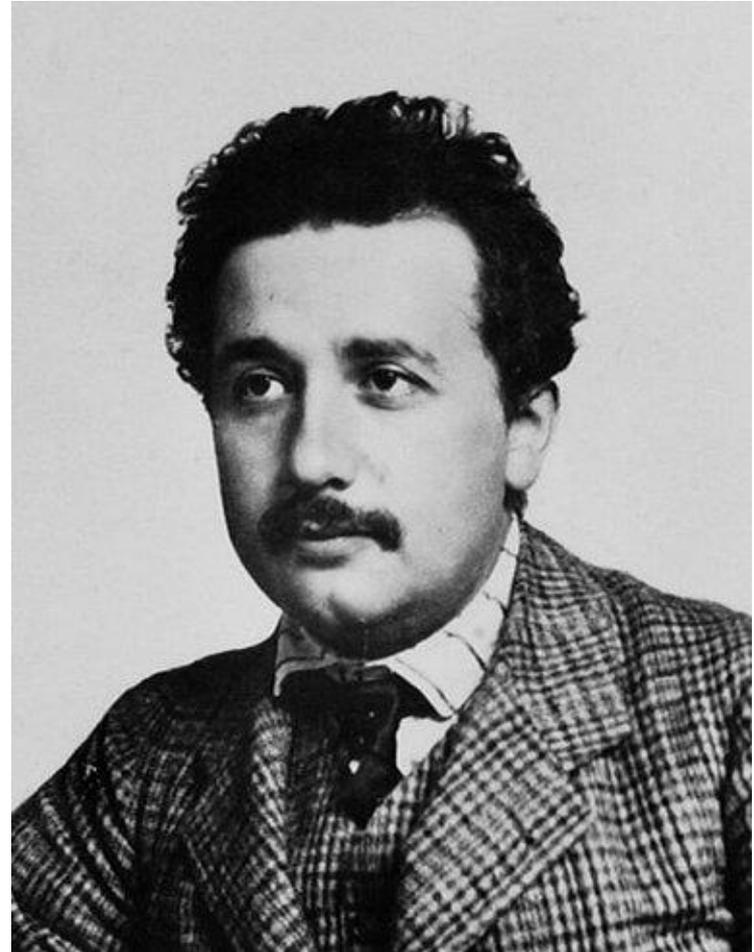
«Основания физики»  
2 тома

Практически  
без использования  
математических методов

# Квантовая механика и ОТО

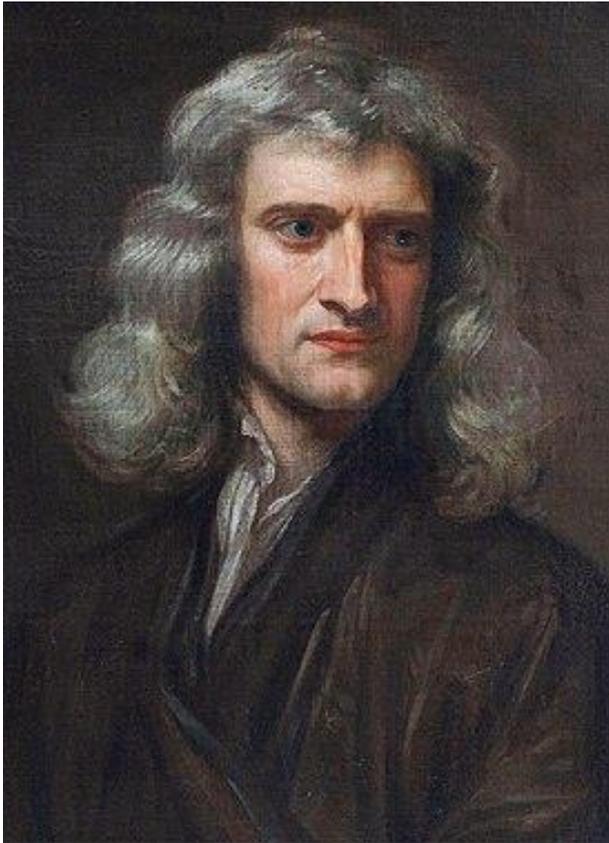


**Макс Борн**



**Альберт Эйнштейн**

**АНАЛИЗ БЕСКОНЕЧНО МАЛЫХ ВЕЛИЧИН  
ПРЕДЕЛЫ И АСИМПТОТИКИ**



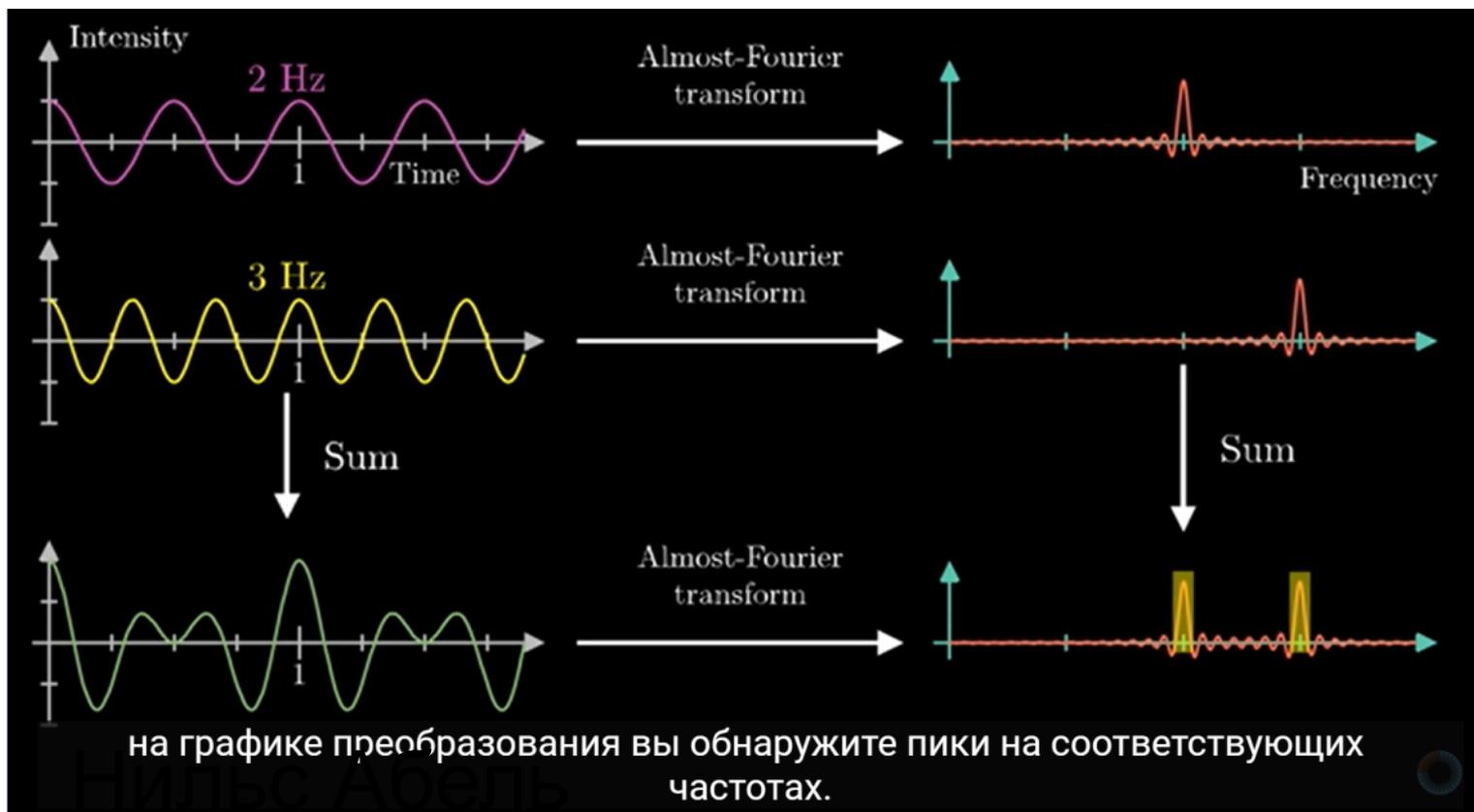
**Исаак Ньютон**



**Готфрид Лейбниц**

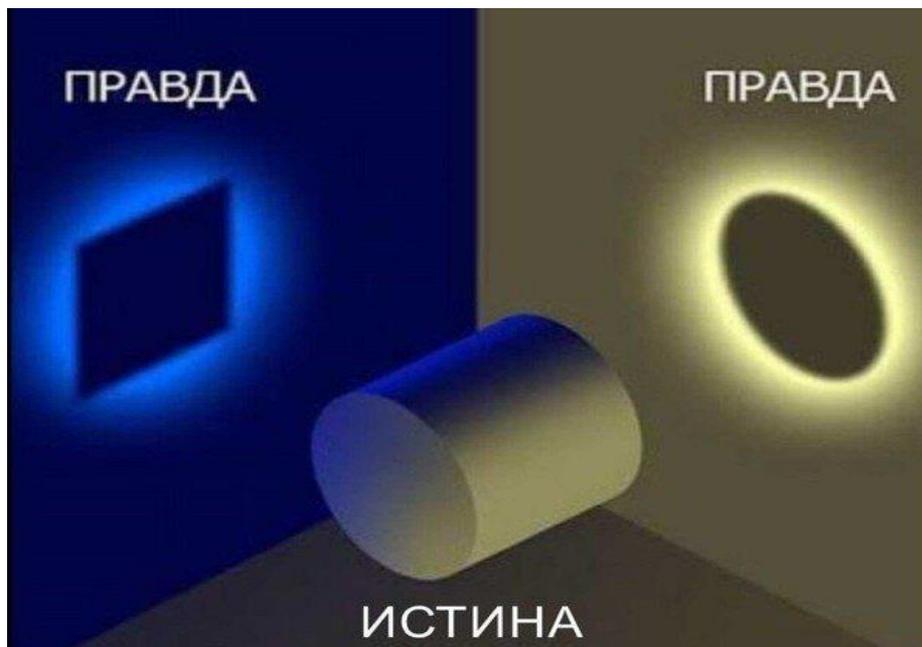
# Интегральные преобразования

Преобразование Фурье: обработка всевозможных данных  
музыка, изображения, биржевые ленты



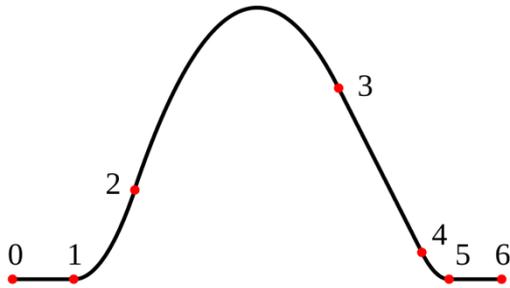
# Интегральные преобразования

Преобразование Радона: компьютерная томография



Истину просвечивают со всех направлений, однако, чтобы по множеству теней восстановить форму тела, нужно обратить довольно сложное интегральное преобразование

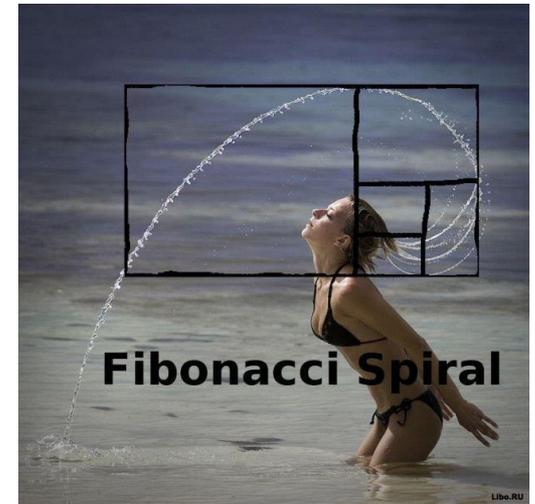
# Интерполяция и рекуррентные последовательности



Квадратичный сплайн

Деформация гибких тел,  
Диффузия,  
Импульсная тяга

Последовательность  
Фибоначчи  
Биржевая игра



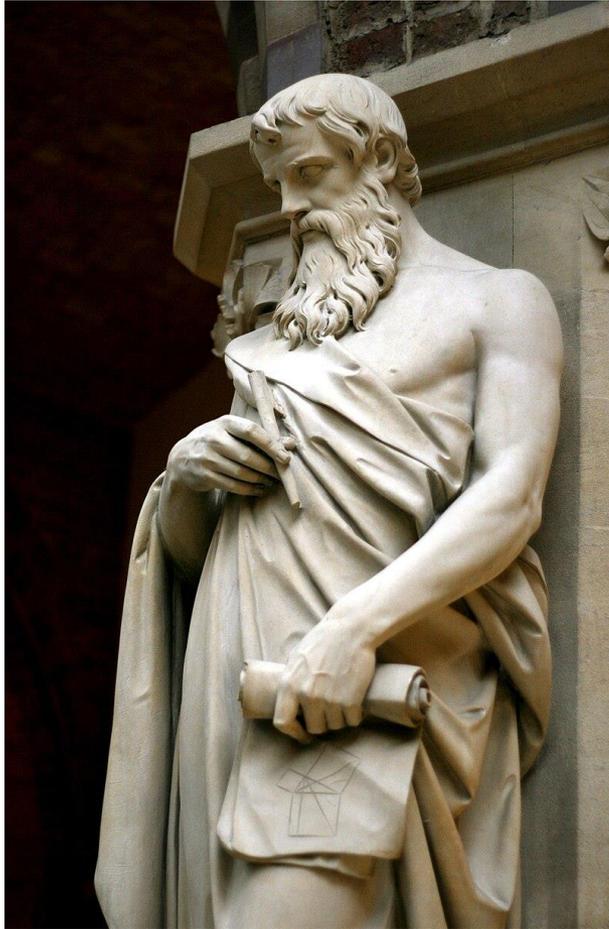
# Концепция бесконечности



Представление  
о бескрайней,  
но конечной  
Вселенной  
не имеет  
внутренних  
противоречий

**Григорий Перельман**

# Концепция бесконечности

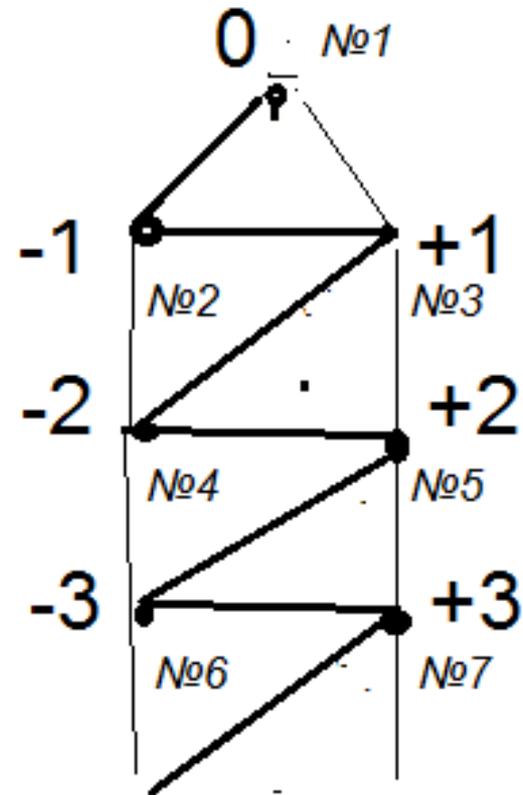
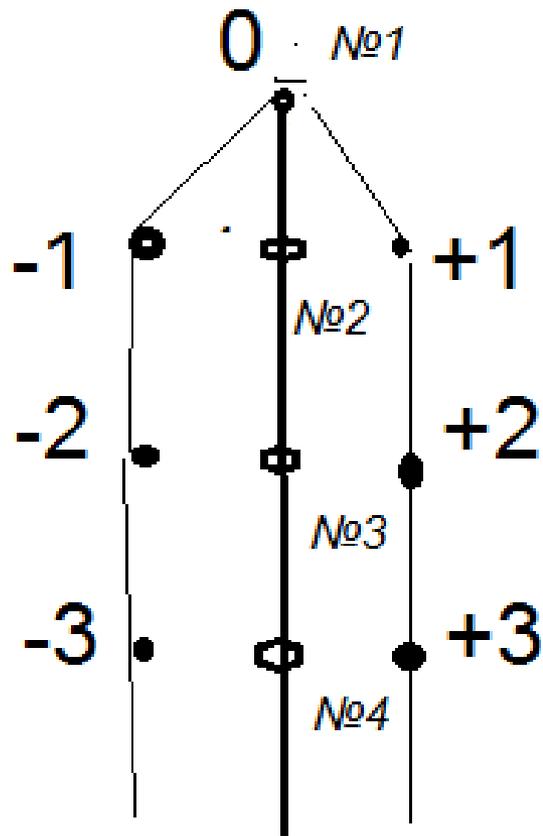


**Евклид**

Количество  
натуральных чисел  
бесконечно:

если найдётся  
самое большое число  $N$ ,  
то число  $N+1$   
будет больше.

# Концепция бесконечности



# Концепция бесконечности



Движенья нет, сказал мудрец брадатый.  
Другой смолчал и стал пред ним ходить.

Язык физики:  
невозможно описать  
*движение*  
через сумму состояний  
*покоя*

Язык математики:  
сумма *бесконечного* числа  
слагаемых  
может оказаться  
*конечной*

**Александр Пушкин**

# Метод математической индукции



Обоснование того,  
что ОПЫТ  
МОЖЕТ ПОМОЧЬ  
УСТАНОВИТЬ ЗАКОН

Установлено, что  $P_1$  верно (*база индукции*)  
 $\forall n$  доказано, что если верно  $P_n$ , то верно  $P_{n+1}$   
(*индукционный переход*)

# Математическая статистика

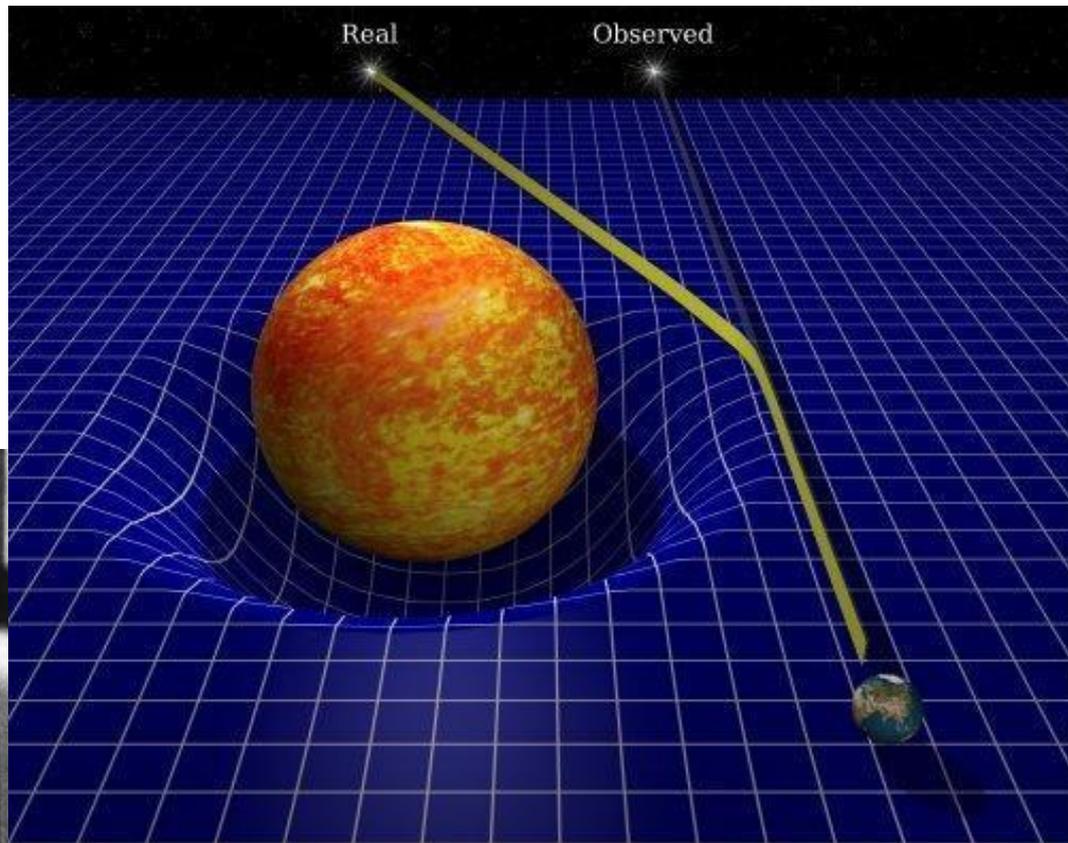
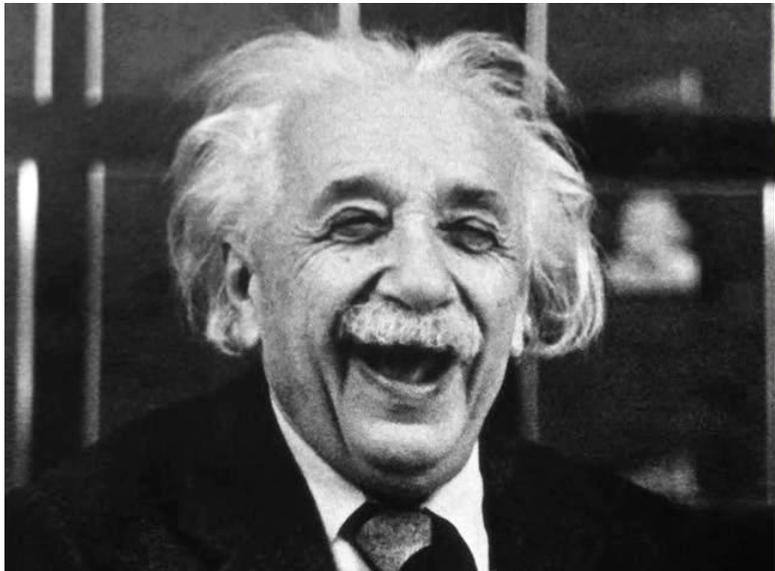


Ошибка игрока

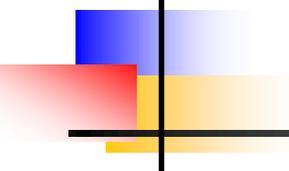
Статистическая физика  
работает только  
при наличии  
концепции  
бесконечности

Хорошо, что  
число Авогадро  
столь велико

# Пространство



**Альберт Эйнштейн**



## О-о-о-очень большое число

---

$10^{100}$  - гугл

$10^{44000}$  – число, которое помещается  
в школьной тетради 18 стр.

$10^{\text{гугл}}$  - гуглоплекс

$10^{90}$  ~ число фотонов  
в обозримой вселенной

$10^{185}$  ~ число планковских объёмов  
в обозримой вселенной

# Большие числа. Нотация Кнута

$$a \uparrow\uparrow b = \underbrace{a \uparrow a \uparrow \dots \uparrow a \uparrow a}_b = \underbrace{a^{a^{a^{\dots}}}}_b$$

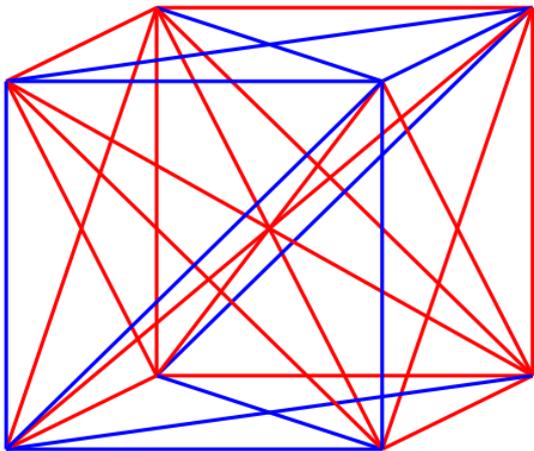
$$10^{100} = 10 \uparrow\uparrow 3 \quad 10^{\text{гугл}} = 10 \uparrow\uparrow 4$$

$$3 \uparrow\uparrow 3 = 3^{27} = 7\,625\,597\,484\,987$$

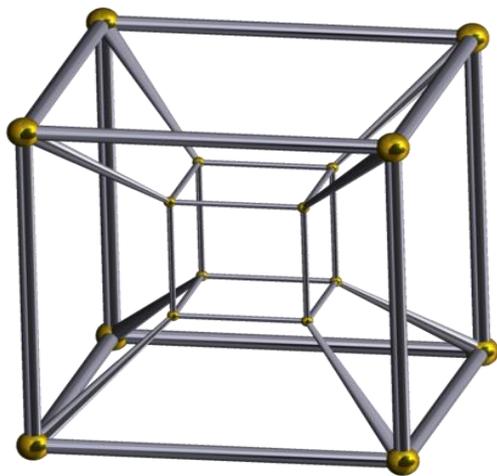
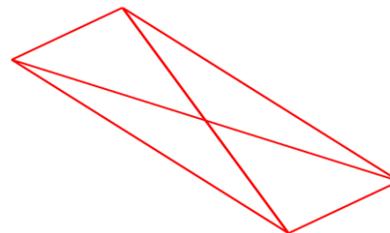
$$a \uparrow\uparrow\uparrow b = \underbrace{a \uparrow\uparrow (a \uparrow\uparrow (\dots a \uparrow\uparrow a))}_b$$

$$3 \uparrow\uparrow\uparrow 3 = 3^{3 \uparrow\uparrow 3} = 3^{7625597484987}$$

# Число Грема



Сможем ли мы исхитриться и так подобрать конфигурацию цветов (а их всего два — красный и синий), чтобы при раскраске этих отрезков у нас НЕ ВЫШЛО, что все отрезки одного цвета, соединяющие четыре вершины, лежат в одной плоскости? Т.е. НЕ представляют из себя такую фигуру:



*Рассмотрим  $n$ -мерный гиперкуб и соединим все пары вершин, получим полный граф с  $2^n$  вершинами. Раскрасим каждое ребро этого графа либо в красный, либо в синий цвет. При каком наименьшем значении  $n$  каждая такая раскраска обязательно содержит раскрашенный в один цвет полный подграф с четырьмя вершинами, все из которых лежат в одной плоскости?*

# Число Грема

$$3 \uparrow 3 = 27$$

$$3 \uparrow \uparrow 3 = 7\,625\,597\,484\,987$$

$3 \uparrow \uparrow \uparrow 3$  = башня, высотой от Земли до Марса.

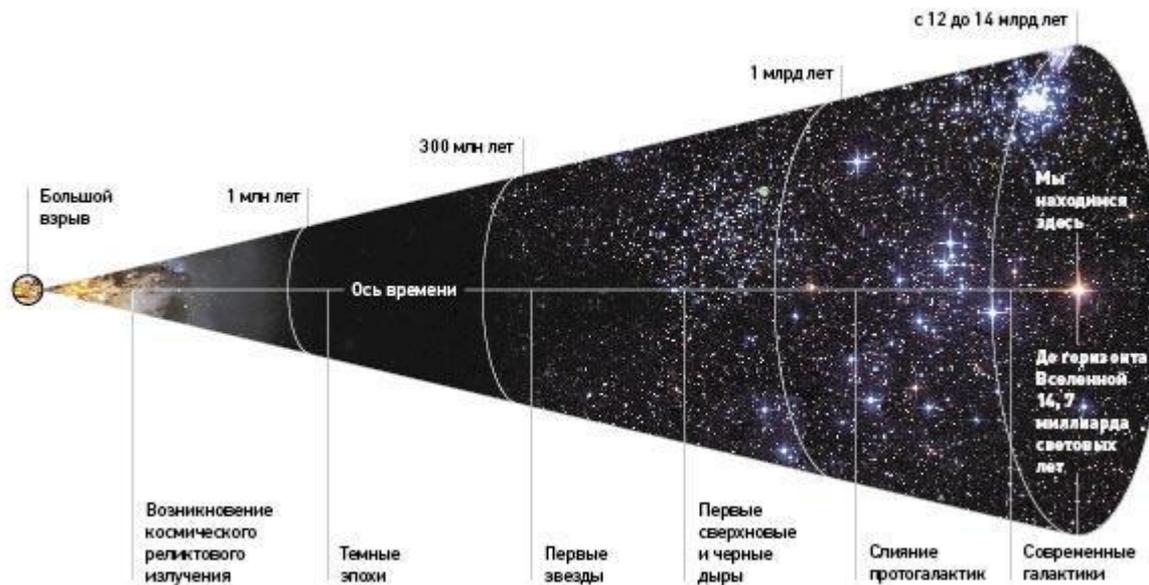
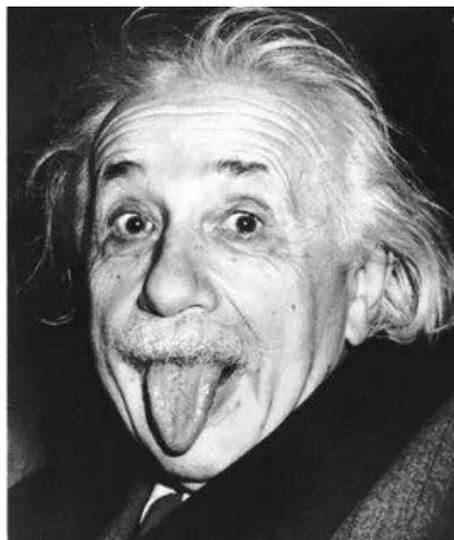
$3 \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow 3$  = число, которое невозможно ни представить, ни описать.

$$g_2 = 3 \underbrace{\uparrow \uparrow \cdot \cdot \cdot \cdot \uparrow \uparrow}_{3 \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow 3} 3$$

$$g_1 = 3 \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow 3$$

число Грема – это  $g_{64}$

# Концепция бесконечности





ПЕРВЫЙ УНИВЕРСИТЕТСКИЙ ЛИЦЕЙ  
ИМЕНИ Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО



ВОЛЬНОЕ ДЕЛО



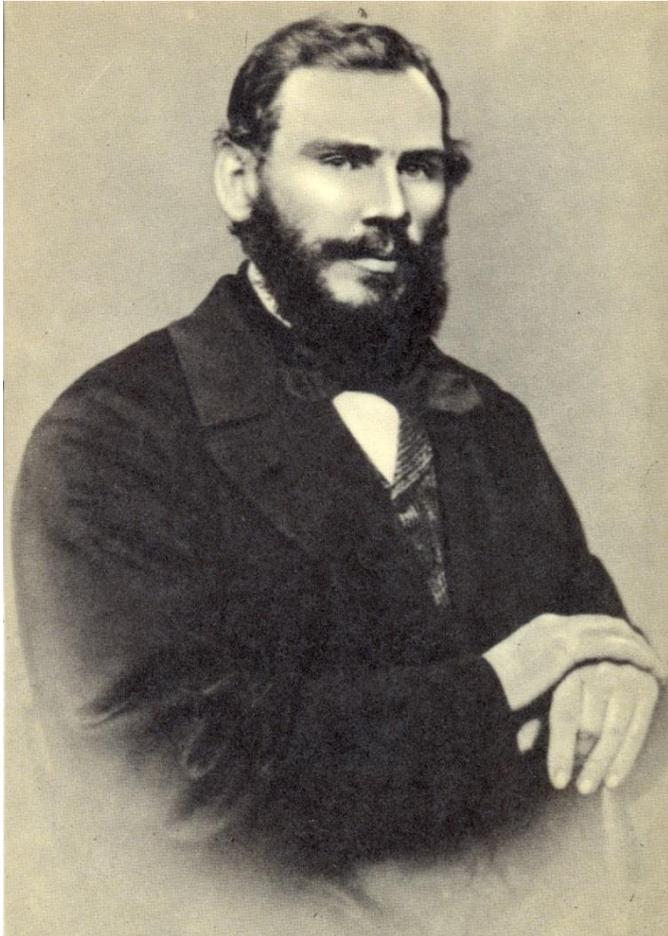
МГУ имени М.В. Ломоносова

**Осенняя школа учителей физики и математики**

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

**Усть-Лабинск, 18 ноября 2023 г.**

# Русская литература 19 века



**Лев Толстой**

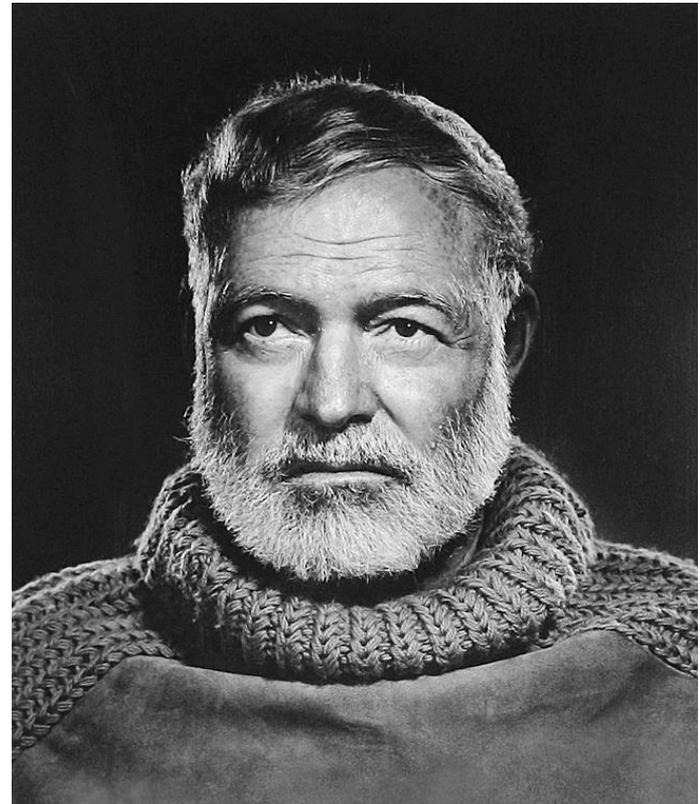


**Фёдор Достоевский**

# Литература США 20 века



**Стивен Крейн**



**Эрнест Хемингуэй**