# РОЛЬ ФІЗИКИ В ЕКОЛОГІЧНІЙ ОСВІТІ

***О.І. Герасимов, д. ф.-м. н., проф.***

*Одеський державний екологічний університет, м. Одеса*

*«Человек! Возведи взор свой от земли к небу, — какой, удивления достойный, является там порядок!»*

*Козьма Прутков*

- ***«Не то, что мните вы, природа:***
- ***Не слепок, не бездушный лик -***
  ***В ней есть душа, в ней есть свобода,***
  ***В ней есть любовь, в ней есть язык...»***
-
-
- *Тютчев Ф. И.(1803 -1873)*

Головне природне протистояння, пов'язане з існуванням і розвитком життя на Землі, здійснюється між фізичними процесами, які збурюють біосферу, і біотою, що компенсує ці збурення. Системне вивчення задач т.з. екологічної фізики розширить можливості пошуків виходу з екологічної кризи, обумовленої неконтрольованим антропогенним впливом на навколишнє середовище.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ИСТОЩЕНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ
ИСТОНЧЕНИЕ ОЗОНОВОГО СЛОЯ
КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ
ПОЧВА
ПРОБЛЕМА ЧИСТОЙ ПРЕСНОЙ ВОДЫ
ПРОБЛЕМА МУСОРА
ПРОБЛЕМА МИРОВОГО ОКЕАНА

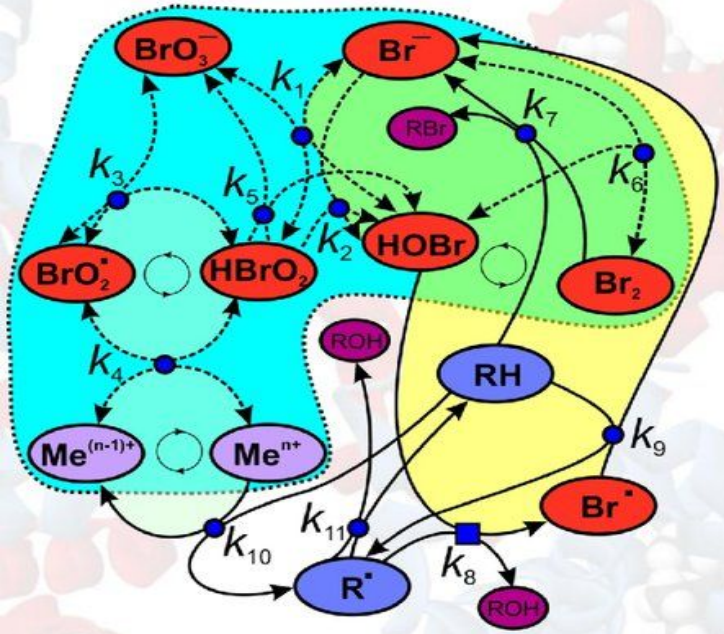
# Thesaurus:physics,ecology,environment

- Ecology is the scientific study of the relations that living organisms have with respect to each other and their natural environment. Ecology is a sub-discipline of biology, the study of life. Ecology is not synonymous with environment, environmentalism, natural history or environmental science. It is closely related to physiology, evolutionary biology, genetics and ethology .
- Ecology is the study of environmental systems, or as it is sometimes called, the economy of nature. "Environmental" usually means relating to the natural, versus human-made world; the "systems" means that ecology is, by its very nature, not interested in just the components of nature individually but especially in how the parts interact.
- Physics is a natural science that involves the study of matter and its motion through space-time , along with related concepts such as energy and force. More broadly, it is the general analysis of nature, conducted in order to understand how the universe behaves.
- Physics , major science, dealing with the fundamental constituents of the universe, the forces they exert on one another, and the results produced by these forces. Sometimes in modern physics a more sophisticated approach is taken that incorporates elements of the three areas listed above; it relates to the laws of symmetry and conservation, such as those pertaining to energy, momentum, charge, and parity

- Елементи ( системи) живої і неживої природи ізоморфні  відкритим ,нелінійним динамічним системам, далекими від стану рівноваги. Їх пронизують потоки енергії і речовини. В них відбуваються процеси структуризації, самоорганізації,катастрофи.
- Самоорганізація систем (підсистем)в природі базується на фундаментальних фізичних принципах,інколи доволі складних для розуміння.

# Приклад (химчної)системи.яка самоорганізується

Реакция Белоусова-Жаботинского




1. LA + $Ce^{4+}$ → ADCA + $Ce^{3+}$ (медленно)
2. $Ce^{3+}$ + $BrO_3^-$ → $Ce^{4+}$ + $Br^-$ (оч. медленно, НО автокатализ!)
3. $Br^-$ + $BrO_3^-$ → $Br_2$ (быстро)
4. $Br_2$ + ADCA → $Br^-$ + другие продукты (быстро)

NB!

$Br^-$ ингибирует реакцию (2)

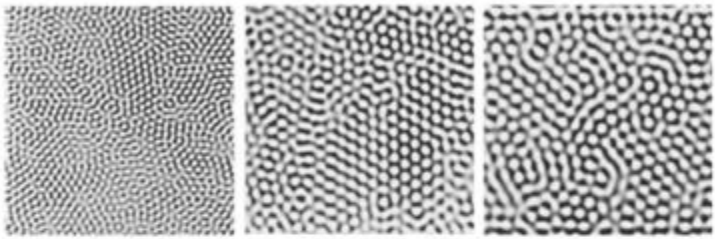
ADCA «нейтрализует» бром

# Структуры Тьюринга

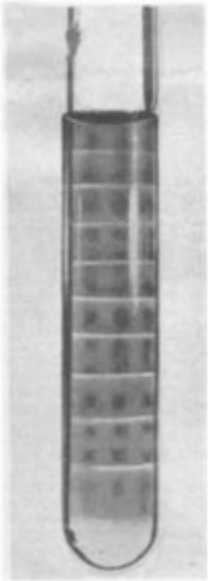
Задача реакция-диффузия

$$\frac{\partial X}{\partial t} = A + X^2 Y - BX - X + D_x \frac{\partial^2 X}{\partial r^2}$$

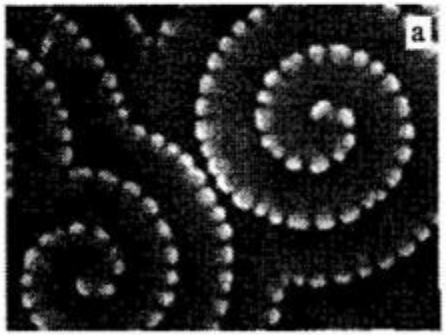
$$\frac{\partial Y}{\partial t} = BX - X^2 Y + D_y \frac{\partial^2 Y}{\partial r^2}$$



хлорит–иодид–малоновая кислота



## Реакция Белоусова-Жаботинского




В обращенных эмульсиях

MyShared

- У зв'язку з досягненнями динаміки та термодинаміки відкритих систем і вивченням процесів самоорганізації в нерівноважних нелінійних системах стали зрозумілими фізичні причини самоорганізації в живій і неживій природі. Це дозволяє сподіватися на подальше формулювання більш загальних підходів до аналітичного та чисельного опису (моделювання) ,параметризації та прогнозування станів складних екосистем.

- Визначимо екологію,  як науку про організацію і еволюцію біосферних систем різних рівнів складності (в тому числі всієї біосфери), що вивчає зв'язки і перетворення в таких системах(тобто структуризацію і самоорганізацію).В такому випадку,природно, що одна з найголовніших задач екології полягає у встановленні причин і умов виникнення і розвитку біосферних систем різного рівня складності, вивченні стійкості і динаміки таких систем. Роль екології при такому визначенні полягає у вивченні процесів самоорганізації та еволюції систем в живій і неживій природі, і тут науковоємна роль фізики з її досвідом вивчення складних систем  - є незамінимою.

- Фізика, накопичила вагомий досвід дослідження закономірностей фізичних процесів, що протікають в навколишньому середовищі, на стику яких іу тому числі формуються життєво важливі екосистеми, підвладні впливу еволюційного і катастрофічно зростаючого антропогенного чинників.
- Широкий спектр фізичних методів вивчення речовини повинен знайти застосування в створенні ефективних засобів моніторингу еко-системних конгломерацій різного рівня складності

Досвід розробки фізико-математичних моделей природних процесів може бути корисним в дослідженні впливу антропогенних впливів на структуризацію та еволюцію(динаміку)екосистем.

Увесь спектр досягнень та можливостей сучасної фізики(та й математики) просто не усвідомлюється отримувачами освіти і тому залишається невичерпаним резервуаром та викликом Природи щодо можливостей пізнання її законів

# PHYSICIST VIEW OF ECOLOGY

- PHYSICIST VIEW OF ECOLOGY This field is made up of physicists who come from different backgrounds, different focuses, and different views of what ecophysics actually is. The main emphasis of ecophysics is to gain an understanding of how ecological systems work. The understanding of how the ecological systems work is actually gained by applying principles of both physics and chemistry and adding mathematical analysis along with computer modeling. It is quite complex.

# MODERN ADVANCEMENT IN ECOPHYSICS

- One of the major challenges in physics is search of extra terrestrial ecological systems. Physicists are sending probes to other planets in search of life and ecology. What enables life on earth is another major field of study of this subject

- Our intention is to create an enduring model for advanced education and scientific research.

# Деякі приклади успішних застосувань фізичної парадигми у “нефізичних напрямах”

## ГИПЕРБОЛИЧЕСКИЙ РОСТ НАСЕЛЕНИЯ ЗЕМЛИ И ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ С.П. КАПИЦЫ, ОСНОВАННАЯ НА «ДЕМОГРАФИЧЕСКОМ ИМПЕРАТИВЕ»

**1. Уравнение Т. Мальтуса (1798 г.)**

$$\frac{dN}{dt} = aN \qquad (1)$$

**Решение**

$$N = N_0 e^{at} \qquad (2)$$

$N$ - численность населения Земли; $a$ - константа; $N_0$ - начальное значение.

**2. Уравнение Капицы (1992 г.)**

$$\frac{dN}{dt} = \frac{N^2}{C} \qquad (3)$$

$$\frac{dN}{dt} = \frac{C}{(T_0 - t)^2} \qquad (5)$$

Режим с обострением.

**Решение**

$$N = \frac{C}{T_0 - t} \qquad (4)$$

Х. фон Ферстер, 1960 г.

$$C = 0{,}2 \cdot 10^{12};\ T_0 = 2025 \text{ г.}$$

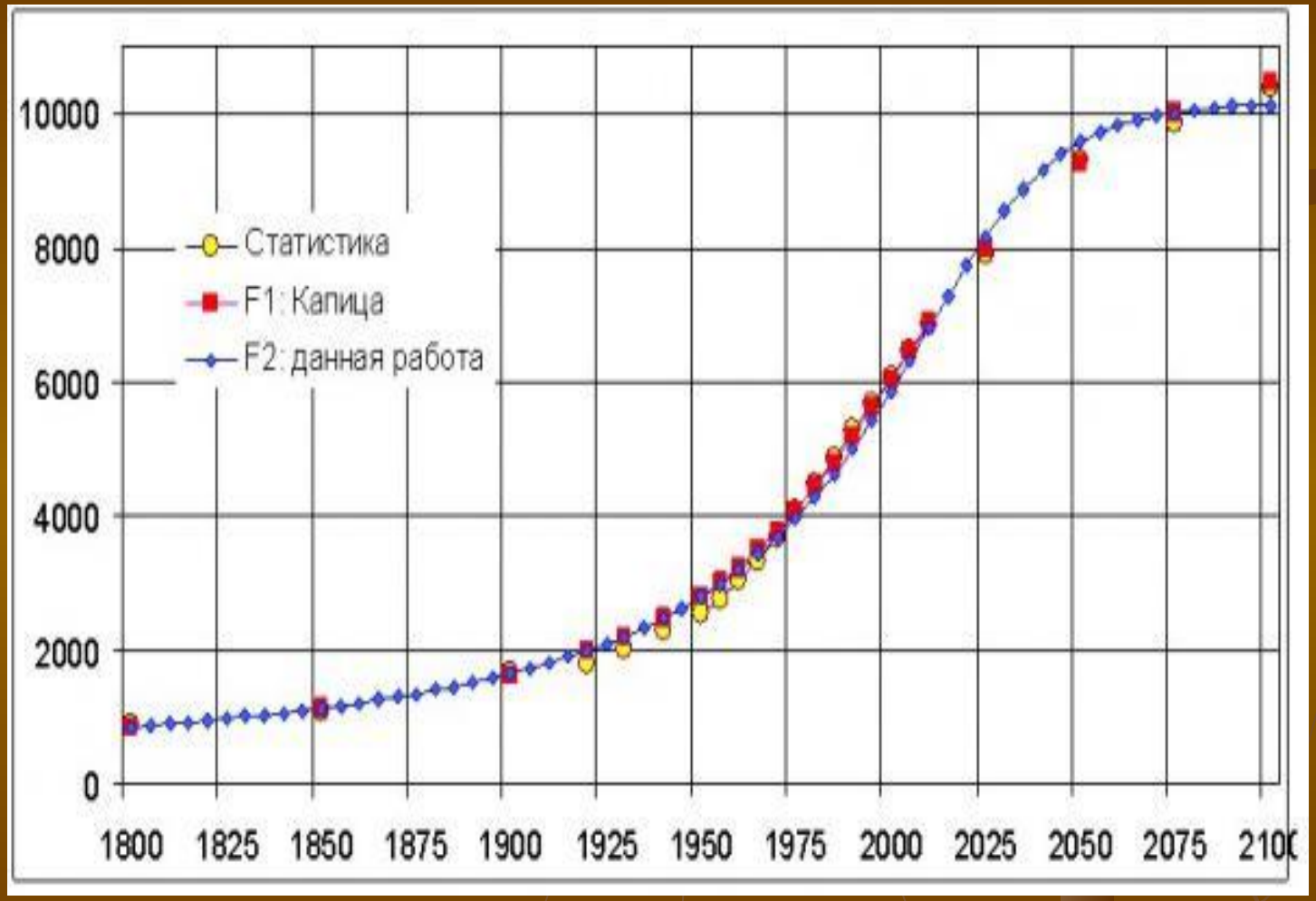
**3. Модифицированное уравнение Капицы (регуляризация решения)**

$$\frac{dN}{dt} = \frac{C}{(T_1 - t)^2 + \tau^2} \qquad (6)$$

**Решение**

$$N = K^2 arcctg\left(\frac{T_1 - t}{\tau}\right) \qquad (7)$$

MyShared


10000
8000
6000
4000
2000
0
Статистика
F1: Капица
F2: данная работа
1800
1825
1850
1875
1900
1925
1950
1975
2000
2025
2050
2075
2100

## Модель Лотки-Вольтерра

периодическая динамика хищника ($N_2$) и жертвы ($N_1$)

$$\frac{dN_1}{dt} = \mu N_1 - \alpha N_1 N_2$$

$$\frac{dN_2}{dt} = \beta N_1 N_2 - \lambda N_2$$

# Модель Лотка - Вольтерра для системы хищник - жертва

$$\frac{dP}{dt} = aP - bPH$$

$$\frac{dH}{dt} = cPH - dH$$

В природе одна популяция никогда не может быть описана одним уравнением, всегда есть пища (живая или не живая) динамику которой надо тоже описывать.

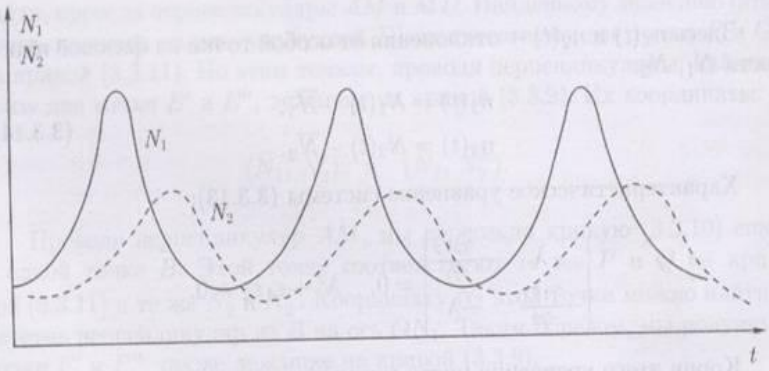



Рис. 3.5. Зависимость численности жертвы $N_1$ и хищника $N_2$ от времени

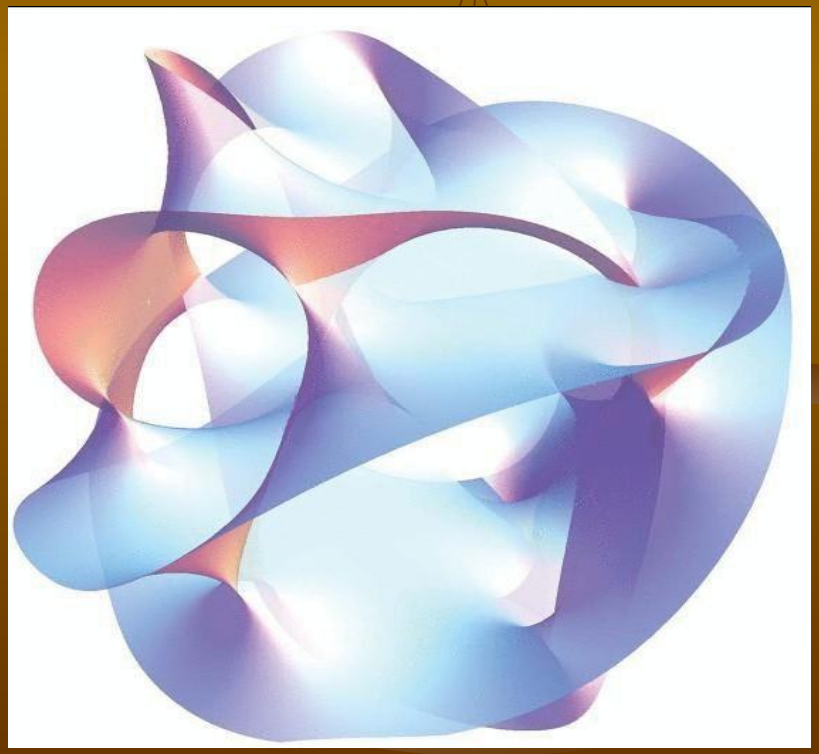
# Принципова складність побудови моделей екологічних конгломерацій

- У зв'язку із природною складністю екологічна система вимагає створення унікального науково-ємного концептуального базису,який би враховував специфічні невизначеності , топологію (наприклад(неевклідівський характер)та мульти-параметричну складність.

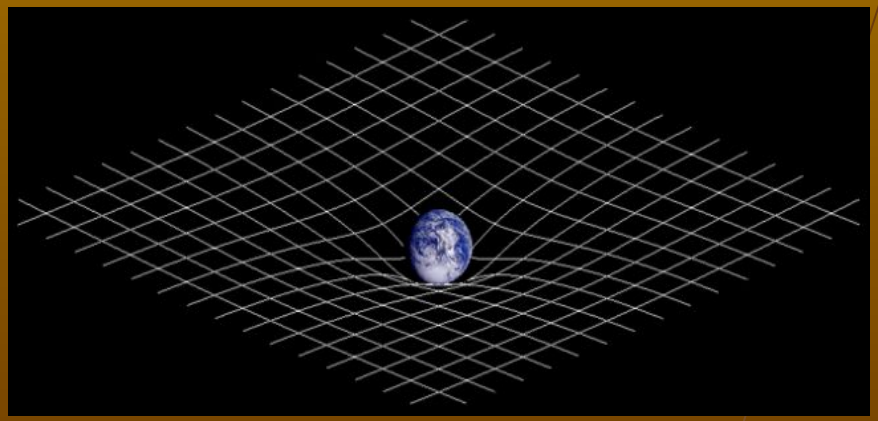
# Наочна аналогія:теорія струн(один з найскладніших розділів сучасної теоретичної фізики)

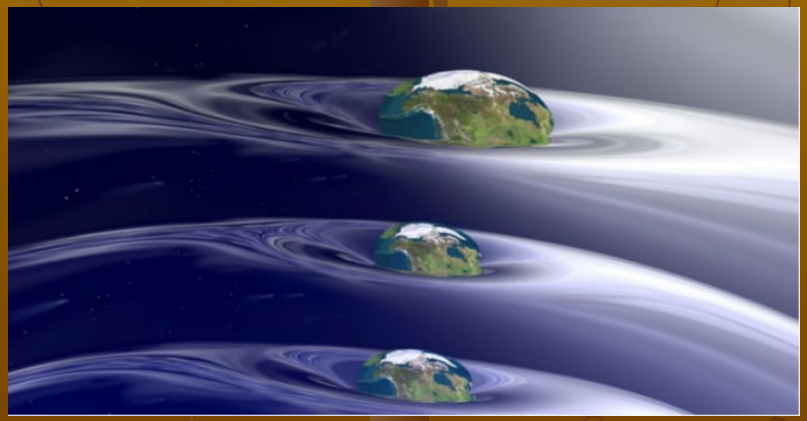
- Самая большая проблема у физиков-теоретиков — как объединить все фундаментальные взаимодействия (гравитационное, электромагнитное, слабое и сильное) в единую теорию. Теория суперструн как раз претендует на роль Теории Всего.
- Но оказалось, что самое удобное количество измерений, необходимое для работы этой теории — десять (девять из которых — пространственные, и одно — временное)! Если измерений больше или меньше, математические уравнения дают иррациональные результаты, уходящие в бесконечность — сингулярность.

- чтобы объяснить почему же мы можем перемещаться только в трёхмерном пространстве, теоретики выдвинули гипотезу как несчастным остальным измерениям пришлось скукожиться в компактные сферы на квантовом уровне. Если быть точными, то не в сферы, а в пространства (Калаби-Яу). Это такие трёхмерные фигурки, внутри которых свой собственный мир с собственной размерностью. Двухмерная проекция подобный многообразий выглядит приблизительно так:



- Те из вас, кто читал про перемещения во времени, знают какую важную роль в них играет искривление пространственно-временного континуума. Но это и всего лишь пятое измерение — именно в нём «сгибается» четырёхмерное пространство-время, чтобы сблизить две какие-то точки на этой прямой. Без этого путешествие между этими точками было бы слишком длительным, или вообще невозможным. Грубо говоря, пятое измерение аналогично второму — оно перемещает «одномерную» линию пространства-времени в «двумерную» плоскость со всеми вытекающими в виде возможности завернуть за угол.





- Перераховані напрями здібні скласти фізичний науково-методичний базис екології(фізичну екологію), що дозволило б істотно прискорити загальний розвиток цієї міждісціплінарної науки,
- Введення елементів фізичних знань в концепції , програми (а може і у пріоритети) екологічної науки, транспонування фізичної парадигми на відповідні системи і процеси, розумне об'єднання апробованих моделей фізики і феноменологічної бази екології цілком відповідає вимогам стратегії сталого розвитку і в цілому умовам  глобального прогресу

# Висновки

- Застосування фізичної парадигми вивчення природніх процесів дійсно складна багато-параметрична ,нерівноважна,нелінійна задача,тому досягнення на цьому шляху ще далекі від очікуваних
- Цім питанням треба системно займатися,бо альтернативи створення фізично-науковоємної бази  таких складних за морфологією та динамікою конгломерацій,якими є екологічні системи немає
- Ретельно накопичувати банк фізичних моделей,які вдало застосовуються для опису окремих систем та явищ уникаючи використання принципу “чорної скрині” формуючи загальні уявлення та ізоморфізми і готуючись до висунення загальної концепції до вподоби теорії динамічних систем
- Використовувати математичне моделювання не за принципом “чорної скрині”,а на підставі обраної фізичної моделі із наочним змістом контролюємих параметрів(нехай і обмеженої за змістом)
- Не виключати з програм розділи сучасної(зокрема-квантової) фізики,а навпаки викладати їх на гідному методичному рівні формуючи сучасний світогляд фахівців,наближаючи його до науково(наприклад,на фізичному рівні) обгрунтованого

- *Знание некоторых принципов возмещает незнание некоторых фактов.*
- *К.Гельвеций*
- *Но понимание этих принципов зачастую оказывается куда более сложной задачей нежели знание конкретніх фактов*

- *Дякую за увагу*