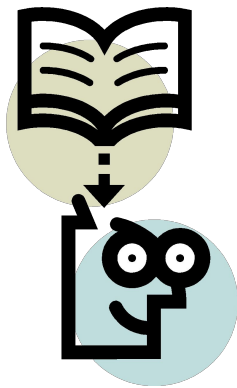




А. А. Гришина

---

# КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ



# Задачи дисциплины КСЕ:

- Изучение концептуальных основ и фундаментальных законов природы, макро- и микро-, неорганической и органической материи, биосферы, ноосферы, человека.
- Формирование общих представлений о материальной первооснове мира и развития его на этой основе.
- Формирование общих представлений о естественно-научной картине мира и ее основных компонентах.
- Изучение основных законов самоорганизации в открытых системах, принципов развития и всеобщей связи мироздания.
- Формирование представлений об основных этапах развития науки и смене научных парадигм как качественном обновлении естественно-научного знания.
- Понимание логики и закономерностей развития науки.
- Осознание проблем, связанных с отношением между человечеством и природой, и прежде всего, вопросов касающихся экологической катастрофы на Земле, истощение минерально-сырьевых запасов, физического выживания человека и сохранение его собственной идентичности как вида *Homo sapiens*.

# Перечень рекомендуемой литературы

## Основная литература:

1. Концепции современного естествознания: Учебник – [3-е изд.] / Т.Я. Дубнищева. – М.: ИВЦ «Маркетинг»: ЮКЭА, 2001. – 831 с.
2. Концепции современного естествознания: Учеб. пособие для вузов / С.И. Самыгин. (рук. авт. кол.) [и др. ]. – Ростов н/ Д: Феникс, 1997. – 434с.

## Дополнительная литература:

1. Браже Р.А. Концепции современного естествознания. Материалы к семинарским занятиям: Учеб. пособие для студ. эконом. спец. техн. ун-тов / Р.А. Браже, Р.М. Мефтахутдинов. – Ульяновск: УлГТУ, 2003. – Ч. 1. – 142 с.
2. Браже Р.А. Концепции современного естествознания. Материалы к семинарским занятиям: Учеб. пособие для студ. эконом. спец. техн. ун-тов / Р.А. Браже, Р.М. Мефтахутдинов. – Ульяновск: УлГТУ, 2003. – Ч. 2. – 126 с.

# Структура научной культуры

## естественно-научная культура

## гуманитарная культура

- Совокупный исторический объем знаний о природе и обществе.
  - Объем знаний о конкретных видах и сферах бытия.
  - Усвоенное человеком содержание накопленных и актуализированных знаний о природе и обществе.
- Совокупный исторический объем знаний философии, юриспруденции, этики и других наук.
  - Системообразующие ценности гуманитарных знаний (гуманизм, идеалы красоты, свободы, доброты и т. п.)

# Единство процессов дифференциации и интеграции научного знания

## дифференциация проявляется:

- в выделении отдельных разделов науки в относительно самостоятельные дисциплины со своими специфическими задачами и методами исследования;
- в детализации научных понятий;
- в установлении новых научных принципов, законов, закономерностей развития природы и общества;
- в детализации научных проблем изучения действительности. Чем глубже проникает наука в суть деталей, тем она лучше вскрывает связи между различными областями действительности, способствуя тем самым интеграции научного знания.

## интеграция проявляется:

- в организации комплексных междисциплинарных исследований;
- в разработке научных дисциплин, выполняющих общеметодологические функции (кибернетика, общая теория систем, синергетика и т. п.);
- в разработке научных методов, применяемых в ряде отраслей научного знания (компьютерный эксперимент, спектральный анализ и т.д.);
- в разработке теорий и принципов исследования общих связей на стыках смежных научных дисциплин. Чем больше наука вскрывает общих связей, тем лучше она уясняет суть деталей, способствуя дифференциации научного знания.



# Раздел 1. Общие представления о естествознании

---

## 1.1. Методы научного познания

- эмпирические
- теоретические
- общенаучные

## 1.1.1. Методы эмпирического познания

- **наблюдение**
- **эксперимент**
- **измерение**



# 1. Наблюдение

Наблюдение – это чувственное отражение предметов и явлений внешнего мира, позволяющее получить некоторую первичную информацию о них.

## **Особенности научного наблюдения:**

- **планомерность;**
- **целенаправленность;**
- **активность.**

## **Способы проведения:**

- **непосредственные;**
- **опосредованные (с помощью приборов);**
- **косвенные.**

## 2. Эксперимент

Эксперимент – это выявление и изучение тех или иных свойств исследуемого объекта или явления путем активного, целенаправленного и строго контролируемого воздействия на них.

## **Особенности эксперимента:**

- устраняются побочные факторы;
- возможно создание экстремальных условий;
- экспериментатор имеет возможность вмешаться в ход событий;
- воспроизводимость результатов.

## **Эксперименты делятся на:**

- исследовательские;
- проверочные.

## 3. Измерение

Измерение – это процесс определения количественных значений тех или иных свойств изучаемого объекта или явления с помощью специальных технических устройств.

Результаты измерения выражаются в единицах некоторой **системы единиц измерений** (СИ, СГС и др.).

**Измерения делятся на:**

- прямые;
- косвенные.

## 1.1.2. Методы теоретического познания

- абстрагирование
- идеализация
- формализация
- индукция и дедукция

# 1. Абстрагирование

**Абстрагирование – это мысленное отвлечение от менее существенных признаков конкретного объекта или явления с одновременным выделением его главных признаков.**



## **Абстрагирование бывает:**

- отождествляющим (например, металл, человек, птица и т.п.);
- изолирующим (например, электропроводность, растворимость, упругость и т.п.).

В результате абстрагирования теряется **полнота**, но сохраняется **целостность** явления.

## 2. Идеализация

**Идеализация – это мысленное внесение определенных изменений в изучаемый объект или явление в соответствии с целями исследования.**

Это следующие цели:

- упрощение** (например, понятие материальной точки, идеальной жидкости и т.п.);
- очищение** (например, понятие цикла Карно с сохранением лишь изотермического и адиабатического процессов);
- **отбрасывание деталей, не влияющих на суть явления** (например, цвета автомобиля на скорость его движения и т.п.).

### 3. Формализация

Формализация – это замена слов, характеризующих свойства объекта или явления, некоторыми символами (знаками) с целью математического описания присущих этому объекту или явлению закономерностей.

## Для этого необходимо:

- задание алфавита (т.е. набора символов);
- задание правил, по которым из ЭТИХ символов строятся «слова» (формулы);
- задание правил, по которым из «слов» получаются «предложения».

## 4. Индукция и дедукция

Индукция (от лат. *inductio* – наведение, стимулирование) – это метод познания, основанный на получении общего вывода на основании частных умозаключений.

Основоположник – Ф. Бэкон.

Дедукция (от лат. deductio – выведение) – это метод познания, основанный на получении частных выводов на основании общих положений.

Основоположник – Р. Декарт.

### 1.1.3. Общенаучные методы познания

- **анализ и синтез**
- **аналогия и моделирование**



# 1. Анализ и синтез

**Анализ – это разделение объекта (мысленно или реально) на составные части с целью их отдельного изучения.**

**Синтез – это переход от изучения отдельных составных частей объекта к изучению его как единого связанного целого.**

## 2. Аналогия и моделирование

Под анalogией понимается подобие, сходство каких-то свойств, признаков или отношений у различных объектов.

Вероятность правильного умозаключения на основании аналогии тем выше:

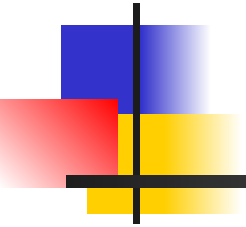
- **чем больше общих признаков у сравниваемых объектов;**
- **чем существеннее у них общие свойства;**
- **чем глубже взаимная закономерная связь сходных свойств.**

**Под моделированием понимается изучение объекта (оригинала) путем замены его на другой объект (модель), свойства которого находятся во взаимно однозначном соответствии со свойствами оригинала.**

## Виды моделирования:

- **мысленное;**
- **физическое;**
- **символическое, в частности, математическое;**
- **численное (на компьютере).**

## **1.2. История естествознания**



# ОСНОВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

ПЕРИОД	УСЛОВНОЕ НАЗВАНИЕ ЭТАПА И ОСНОВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ
<p>IV-I тысячелетия до н. э.</p>	<p><b>Мифология</b> Мифологическое осмысление явлений природы на основе религиозного верования и постепенный переход к философскому толкованию мифов (мыслители Китая, Индии, Египта, Вавилонии) <i>Достижения:</i> в астрономии – наблюдения за движением Луны, Солнца и звезд, построение календаря; в математике – начало создания алгебры и геометрии</p>
<p>VI в. до н. э. – V в. н.э.</p>	<p><b>Эпоха Античности (натурфилософия, геоцентрическая система мира, атомизм)</b> Единая несчлененная наука, содержание которой складывалось из общепризнанных положений о мире и высказываний о различных конкретных явлениях природы. Натурфилософия имела характер умозрительных исследований, мало связанных с решением практических задач (Др. Греция, Др. Рим) <i>Достижения:</i> переход от мифологического и неупорядоченного знания к системе логических доказательств, обоснованных выводов и аргументированной систематизации знаний (Фалес, Платон, Аристотель, Демокрит, Тит Лукреций и др.)</p>
<p>VI-XV вв.</p>	<p><b>Эпоха Средневековья (первые университеты, схоластика)</b> Религиозно-философские учения, характеризующиеся соединением теолого-догматических предпосылок с рационалистической методикой и утверждением, что вера выше разума. В Европе имеет место резкое усиление влияния церкви на всю духовную жизнь общества. Центр научной мысли перемещается из Европы на Восток <i>Достижения:</i> в астрономии – наблюдение солнечных и лунных затмений, создание новых астрономических карт; в математике и особенно в тригонометрии; в философии и медицине (Абу-Абдаллах Мухаммед ибн Муса аль-Хорезми (аль-Хорезми), Ибн аль-Хайсам (Альхазен), Омар Гиясэддин Абу-ль Фахт ибн Ибрахим Хайям (Омар Хайям) и др.)</p>



ПЕРИОД	УСЛОВНОЕ НАЗВАНИЕ ЭТАПА И ОСНОВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ
XVI-XVIII вв.	<p><b>Эпоха Возрождения и эпоха Нового времени (механистическое естествознание)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание гелиоцентрической системы мира (Н. Коперник) и учения о множественности миров и бесконечности Вселенной (Дж. Бруно)</li> <li>2. Становление экспериментального естествознания</li> <li>3. Создание классической механики и механистической картины мира (Г.Галилей, И. Ньютон и др.)</li> </ol>
XIX в.	<p><b>Классическое естествознание (начало XX века)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание термодинамики и основ статистической физики (С.Карно, У.Томсон, Л.Больцман и др.)</li> <li>2. Создание теории электромагнетизма (М. Фарадей, Дж. Максвелл и др.)</li> <li>3. Создание периодической системы элементов (Д.И. Менделеев)</li> </ol> <p>Создание теории эволюции биологический систем (Ж. Ламарк, Ч. Дарвин)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Открытие клеточного строения организмов (М. Шлейден, Т. Шван)</li> <li>5. Открытие радиоактивности (А. Беккерель, П. Кюри)</li> <li>6. Открытие электрона (Дж. Томсон)</li> </ol>
XX-XXI вв.	<p><b>Современное естествознание</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание квантовой теории света и вещества (М. Планк, Н. Бор, Э. Шредингер и др.)</li> <li>2. Создание специальной и общей теории относительности (А. Эйнштейн, Х.А. Лоренц, А. Пуанкаре)</li> <li>3. Открытие и систематизация элементарных частиц (Э. Резерфорд, Дж. Чедвик и др.)</li> </ol> <p>Создание теории эволюции Вселенной (А. Фридман, Э. Хаббл, Г. Гамов и др.)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Открытие структуры молекулы ДНК и генетического кода (Д. Уотсон, Ф. Крик и др.)</li> </ol>

## **1.2.1. Естествознание эпохи Античности**

### **1. Панорама элементов научного познания в древнем мире**

## Научные знания в древнем мире

Годы	Египет	Вавилония	Греция	Индия	Китай
3000 до н. э.	Древнее царство. Иероглифы. Пирамиды. Счет до 100000.	Шумерские города-государства. Клинопись. Шестидесятиричная система счисления. Таблицы для умножения и деления.			
2000 до н. э.					

<b>Годы</b>	<b>Египет</b>	<b>Вавилония</b>	<b>Греция</b>	<b>Индия</b>	<b>Китай</b>
<b>2000 до н. э.</b>	Среднее царство. Папирусы. Звездные календари.	Расцвет алгебры и геометрии. Наблюдения Венеры.		Приход ариев. «Ригведа».	
<b>1000 до н. э.</b>	Новое царство. Архитектура. Скульптура.	Астрономические вычисления. Датировка затмений.	Первые государства	«Махабхарата».	Государство Инь. Иероглифы. «Ши-цзин». Компас. Порох.

Годы	Египет	Вавилония	Греция	Индия	Китай
<p data-bbox="127 162 258 334"><b>1000 до н. э.</b></p> <p data-bbox="146 1325 239 1370"><b>Р.Х.</b></p>		<p data-bbox="614 162 877 701"><b>Завоевание Ассирией. Астрология. Халдейское царство. Расцвет науки. Персидские войны. Календарь.</b></p>	<p data-bbox="933 162 1199 1029"><b>Письмен- ность на основе финикий- ского письма. Философ- ские школы. Фалес. Анакси- мандр. Анаксимен. Пифагор. Демокрит. Платон. Аристотель.</b></p> <p data-bbox="933 1108 1166 1308"><b>Александр Македон- ский. Евклид.</b></p>	<p data-bbox="1236 458 1460 811"><b>Философ- ские школы: санкхья, джайнизм, локаята, буддизм.</b></p> <p data-bbox="1236 1236 1348 1282"><b>Йога.</b></p> <p data-bbox="1398 1315 1456 1358">37</p>	<p data-bbox="1541 634 1773 911"><b>Конфуций. Медицина. Лао цзы. Даосизм. Бумага.</b></p>

# Первые ученые-естествоиспытатели и философы

- Фалес (624 – 547 до н.э.) – считал первоосновой воду;
- Анаксимандр (610 – 546 до н.э.) – считал первоосновой апейрон;
- Анаксимен (585 – 525 до н.э.) – считал первоосновой воздух;
- Платон (427 – 347 до н.э.) – за первичное принимал мир вечных, самостоятельно существующих духовных сущностей, идей.

## 2. Naturфилософия

Наука – это система знаний, являющихся результатом деятельности достаточно большого числа людей (научного сообщества).

Впервые наука в ее современном понимании стала складываться в Древней Греции в VI в. до н.э. в форме натурфилософии – философии природы.

Основным признаком натурфилософии является попытка представить мироздание в целом, не беспокоясь об отсутствии достаточного фактического материала о явлениях природы и знания действующих в ней законов.

Для объяснения непонятных явлений натурфилософы обычно придумывали какую-нибудь силу (например, жизненную силу) или какую-нибудь среду (электрическую жидкость, эфир и т.п.).



Отличительной особенностью древнегреческой философской мысли стало введение постулатов (аксиом) и доказательство следствий из них (теорем).

Такой строгий абстрактно-логический подход стал определяющим в науке на многие столетия.

Альтернативный подход развивался в древнеиндийской философии, основанной на интуитивном восприятии внешнего мира.

### 3. Геоцентрическая система мира

- Гиппарх (II в. до н.э.)

Прецессия земной оси.

$$T_{\text{пр}} = 26000 \text{ лет.}$$

- К. Птолемей (II в.)

Звездный каталог на 1028 звезд.

«Альмагест».



## 4. Атомизм

- Левкипп (ок. 500 – 440 до н.э.) – основатель атомистической концепции о строении материи; ввел понятия «атом» и «пустота».

- **Демокрит (ок. 460 - 370 до н.э.) – в абсолютной пустоте существует бесконечное число мельчайших неделимых частиц – атомов.**



## 1.2.2. Естествознание эпохи Средневековья



---

### **1. Первые арабские и западноевропейские университеты**

- **Гипатия (370 – 415)**
- **Теон Александрийский**
- **Аполлоний**
- **Диофант**



**Приборы, изобретенные Гипатией:  
ареометр, астролябия**

# Первые университеты

<b>Арабские</b>	<b>Католические</b>
<b>Кордова (755)</b> <b>Багдад (795)</b> <b>Каир (792)</b>	<b>Сорбонна (1215)</b> <b>Падуя (1222)</b> <b>Оксфорд (1226)</b> <b>Прага (1348)</b> <b>Краков (1368)</b>



## **Арабомусульманские ученые:**

- **Абу-Абдаллах Мухаммед ибн Муса аль-Хорезми (аль-Хорезми) (787-850)**

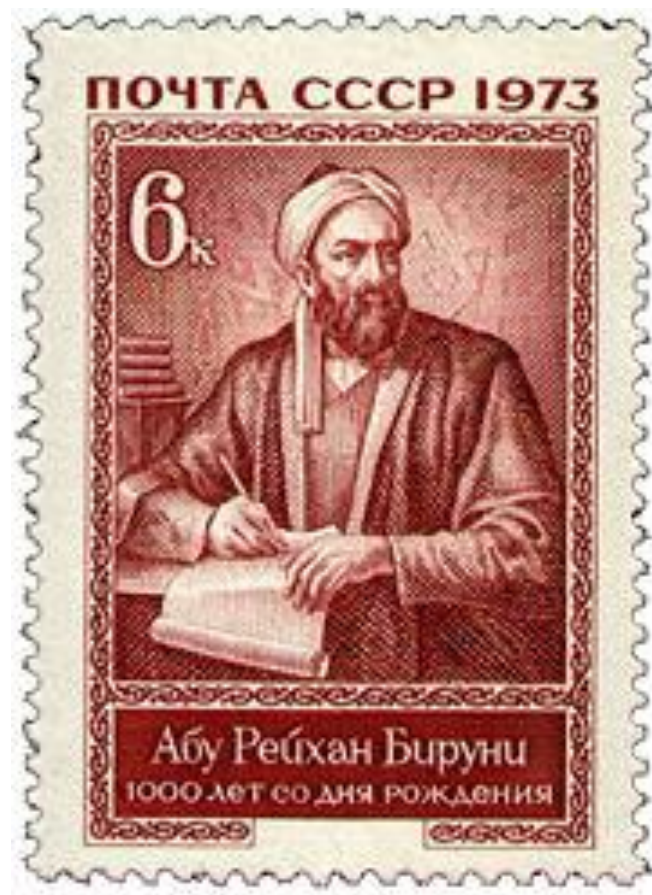
**Научные достижения: основы алгебры, понятие алгоритма**

- **Ибн аль-Хайсам (Альхазен) (967-1039)**

**Научные достижения: решение задачи Архимеда, сложение бесконечно малых (определенные интегралы), свет – частица (квантовые свойства излучения)**

- **Абу-р-Райхан Мухаммед ибн Ахмед аль-Бируни (973 – ок. 1048)**

Научные  
достижения:  
вращение Земли  
вокруг Солнца,  
длина окружности  
Земли,  
исследования  
минералов



- **Абу-Али аль Хусейн ибн Абдаллах ибн Сина (Авиценна ок. 980 – 1037)**

Научные достижения:  
«Канон врачебной этики», комментарии к «Началам» Евклида, попытка доказать 5-й постулат



- **Омар Гиясэддин Абу-ль Фахт ибн Ибрахим Хайям (Омар Хайям) (1048 – ок. 1131)**



Достижения: поэт,  
составитель календаря,  
попытка доказать 5-й  
постулат Евклида

## Западноевропейские ученые:

- Р. Бэкон (1214 – 1294)
- Ф. Аквинский (1225 – 1274)
- У. Оккам (1285 – 1349)
- Ж. Буридан (1300 – 1358)
- Т. Брадвардин (1290 – 1349)



## 2. Схоластика. Концепции пространства, времени и движения

Схоластика (от греч. Scholastikos – школьный) – состояние средневековой западноевропейской науки, характеризующееся изучением античного наследия и составлением комментариев к трудам античных ученых.

Согласно Оккаму:

Пространство - это мера  
протяженности и структуры  
материи.

Время - это мера длительности  
событий и явлений  
материального мира.

## Взгляды Оккама на движение

По характеру:

- **равномерное;**
- **неравномерное**

По виду:

- **механическое перемещение (*motus localis*);**
- **внутреннее движение (*motus naturalis*)**



### 3. Принцип Бритвы Оккама

**Множественность никогда не следует полагать без необходимости.**

## 1.2.3. Естествознание эпохи Возрождения



- Данте Алигьери (1265 – 1321)



- **Джотто ди Бондоне (1266(7) – 1337)**

# 1. Гелиоцентрическая система мира

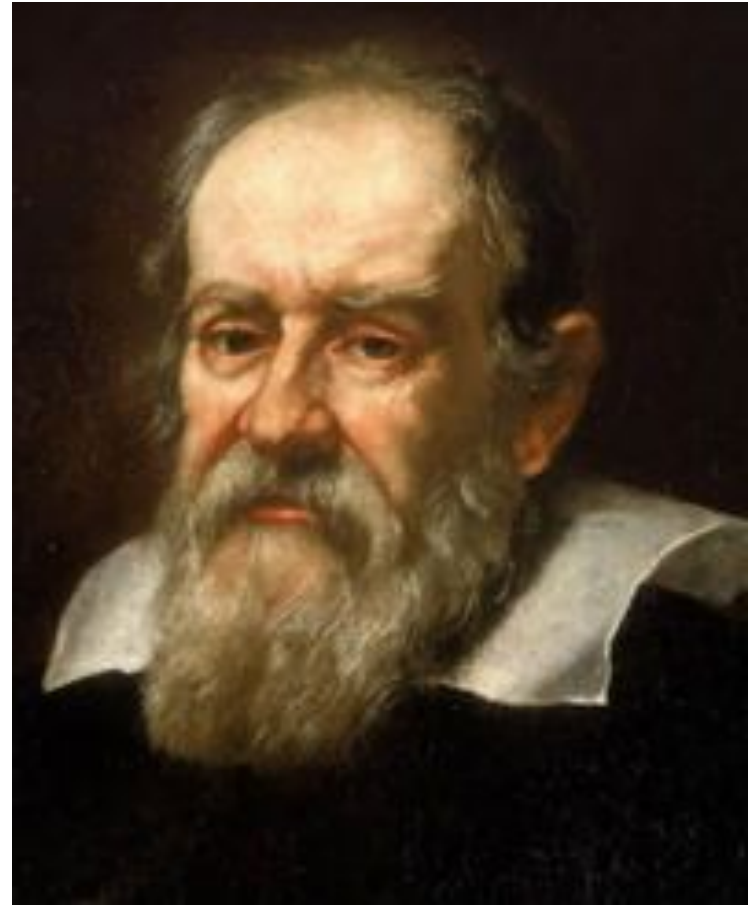
- **Н. Коперник (1473 – 1543)**



- **Дж. Бруно (1548 – 1600)**



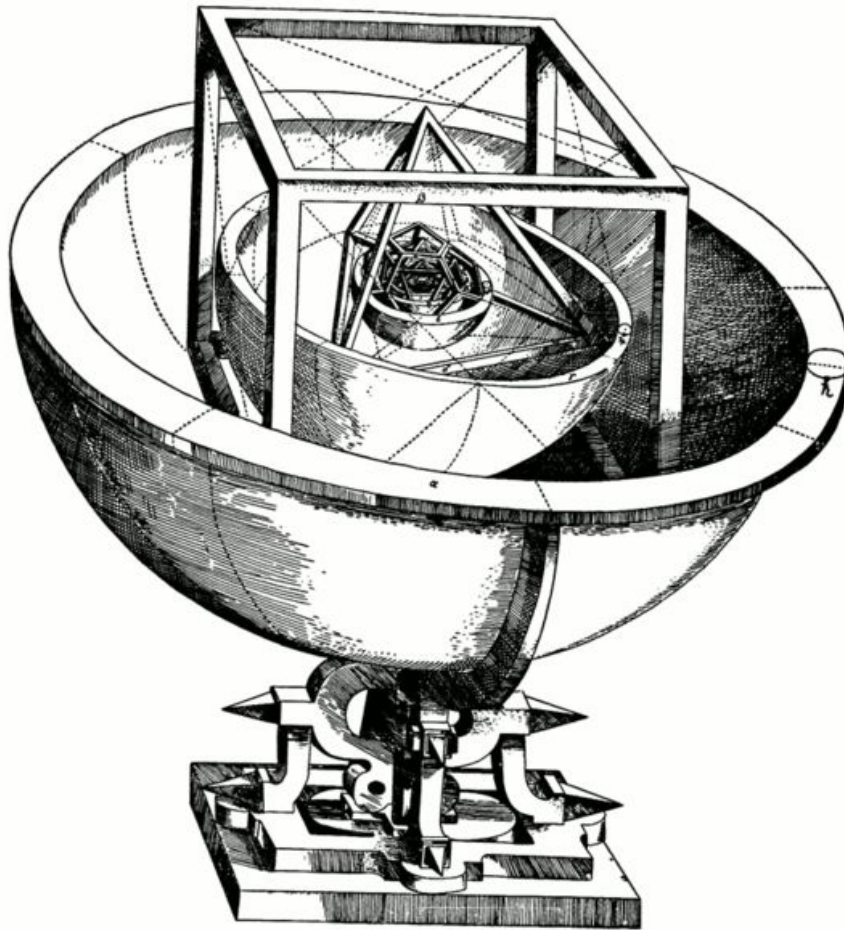
- **Г. Галилей (1564 – 1642)**



- **И. Кеплер (1571 – 1630)**



- **«Тайна мироздания» (1596)**



**Сфера Сатурна – куб – сфера Юпитера – тетраэдр – сфера Марса – додекаэдр – сфера Земли – икосаэдр – сфера Венеры – октаэдр – сфера Меркурия. В центре – Солнце.**



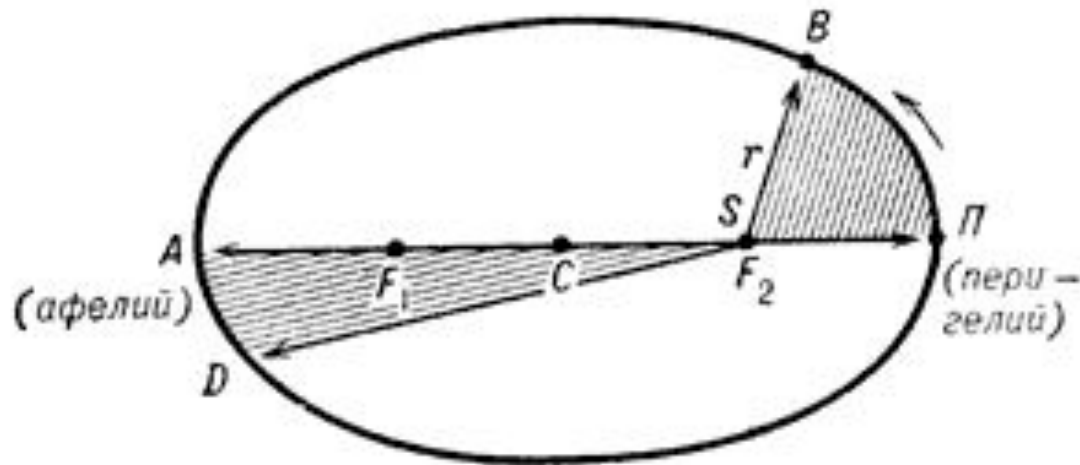
## • «Гармонии мира. 5 книг» (1619)

1-й закон:

каждая планета движется по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.

2-й закон:

радиус-вектор планеты в равные промежутки времени описывает равные площади (рис.).



3-й закон:

**квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся как кубы их средних расстояний от Солнца.**

Если обозначить периоды обращения двух планет через  $T_1$  и  $T_2$ , а их ср. расстояния от Солнца (большие полуоси их орбит) через  $a_1$  и  $a_2$ , то 3-й закон Кеплера можно записать в виде:

$$T_1^2 / T_2^2 = a_1^3 / a_2^3$$

## 1.2.4. Естествознание Нового времени

### 1. Принцип относительности Галилея

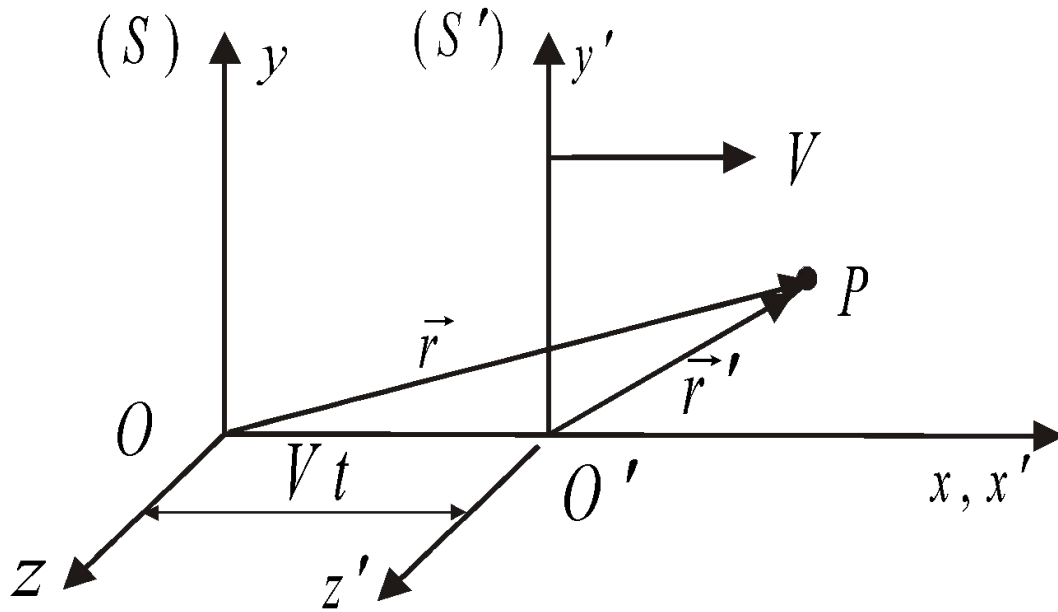
**Под системой отсчета понимается тело или совокупность тел, которые условно считаются неподвижными и относительно которых рассматривается движение изучаемого тела.**

Различают инерциальные и неинерциальные системы отсчета (ИСО и НИСО):

**Инерциальными системами отсчета называются такие системы отсчета, которые либо покоятся, либо движутся прямолинейно и равномерно.**

Все прочие системы отсчета являются неинерциальными.

Переход от одной ИСО к другой ИСО осуществляется через преобразования Галилея:



$$x' = x - Vt$$

$$y' = y$$

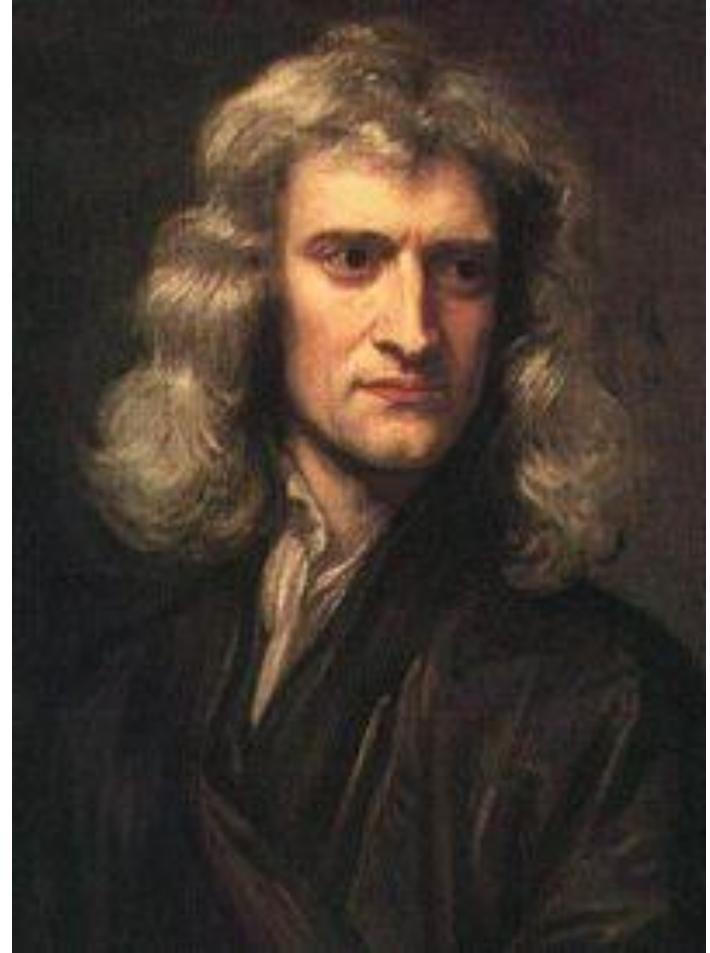
$$z' = z$$

$$t' = t$$

## Принцип относительности Галилея:

**Все законы механики одинаковы во всех инерциальных системах отсчета.**

## 2. Законы Ньютона



**И. Ньютон (1643 – 1727)**

## 1-й закон

Если на тело не действуют никакие силы или их равнодействующая равна нулю, то оно сохраняет состояние покоя или прямолинейного равномерного движения:

$$\sum_i \vec{F}_i = 0 \rightarrow \vec{a} = 0$$



## 2-й закон

Производная от импульса тела по времени  
равна действующей на это тело силе:

$$\frac{dp}{dt} = F, \quad \text{где} \quad p = mv$$

## 3-й закон

При взаимодействии двух тел сила, с которой первое тело действует на второе, равна по величине и противоположна по направлению силе, с которой второе тело действует на первое тело:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

## **Примечания:**

- 1. 1-й и 2-й законы Ньютона справедливы лишь в инерциальных системах отсчета.**
- 2. 3-й закон Ньютона выполняется в предположении, что время наблюдения за взаимодействующими телами превышает время, необходимое для передачи импульса от одного тела к другому.**

Законы Ньютона положили начало  
формированию  
**классической естественнонаучной  
картины мира.**

# Пространство и время в классическом естествознании

## Пространство:

1. Трёхмерно;
2. Однородно;
3. Изотропно;
4. Евклидово;
5. Континуально.

## Время:

1. Одномерно;
2. Однородно;
3. Евклидово;
4. Необратимо;
5. Континуально.

### 3. Открытие законов электромагнетизма

До XIX в. наука знала лишь один вид материи – вещество, состоящее из частиц, имеющих массу. В 1852 г. английский физик М. Фарадей ввел в науку понятие **электромагнитного поля**



**М. Фарадей (1791 – 1867)**

**Электромагнитное поле - особая форма материи, представляющая собой возмущенное состояние пространства, обуславливающее передачу взаимодействия между электрическими зарядами.**

Теория  
электромагнитного  
поля была  
разработана Дж. К.  
Максвеллом в 1860  
-1865 гг. (первые  
уравнения были  
записаны в 1855 -  
1856 гг.).

Открытие в 1886 г. Г. Герцем  
«беспроволочного  
распространения»  
электромагнитных волн  
блестяще подтвердило  
теорию Максвелла.



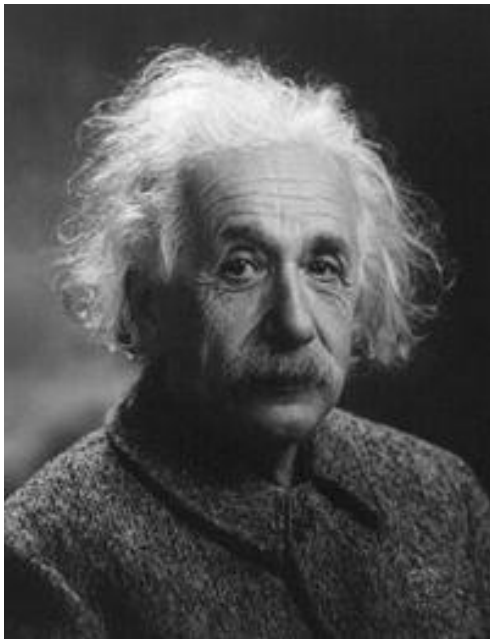
**Дж. К. Максвелл (1831 – 1879)**



**Если механика Ньютона привела к крушению натурфилософских представлений о мире, то открытие законов электромагнетизма положило конец механистическим представлениям о мире.**

## **1.2.5. Естествознание первой половины XX в.**

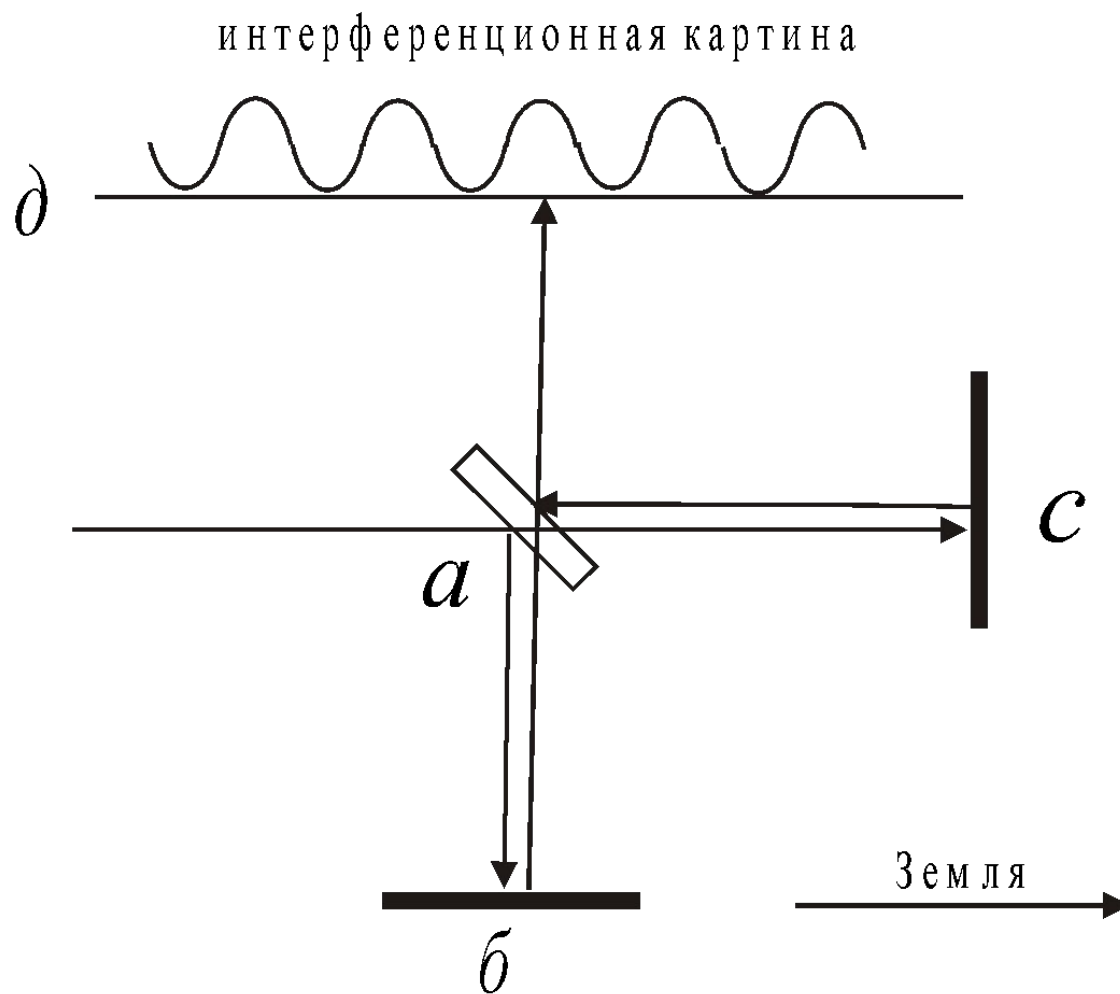
### **1. Создание теории относительности**



**А. Эйнштейн (1879 – 1955)**

- **Специальная теория относительности (СТО)** – механика тел, движущихся со скоростями, близкими к скорости света в вакууме (1905)
- **Общая теория относительности (ОТО)** – релятивистская теория тяготения (1915)

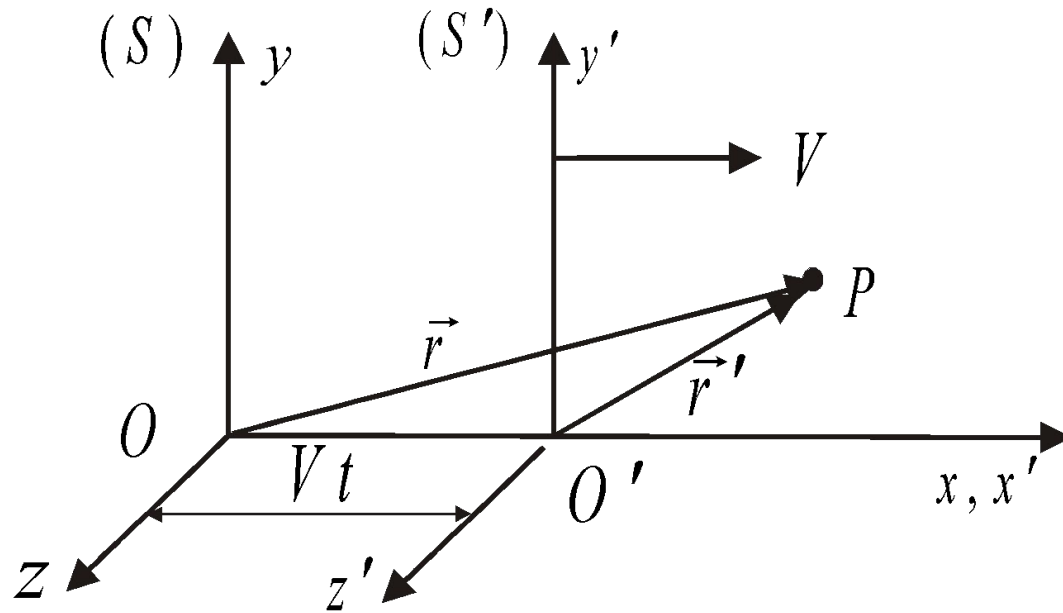
# СТО. Опыт Майкельсона – Морли (1887)



## Постулаты СТО:

- 1. Все законы физики одинаковы во всех инерциальных системах отсчета.**
- 2. Скорость света в вакууме одинакова во всех инерциальных системах отсчета.**

## Преобразования Лоренца:



$$x' = \frac{x - Vt}{\sqrt{1 - V^2 / c^2}}$$

$$y' = y$$

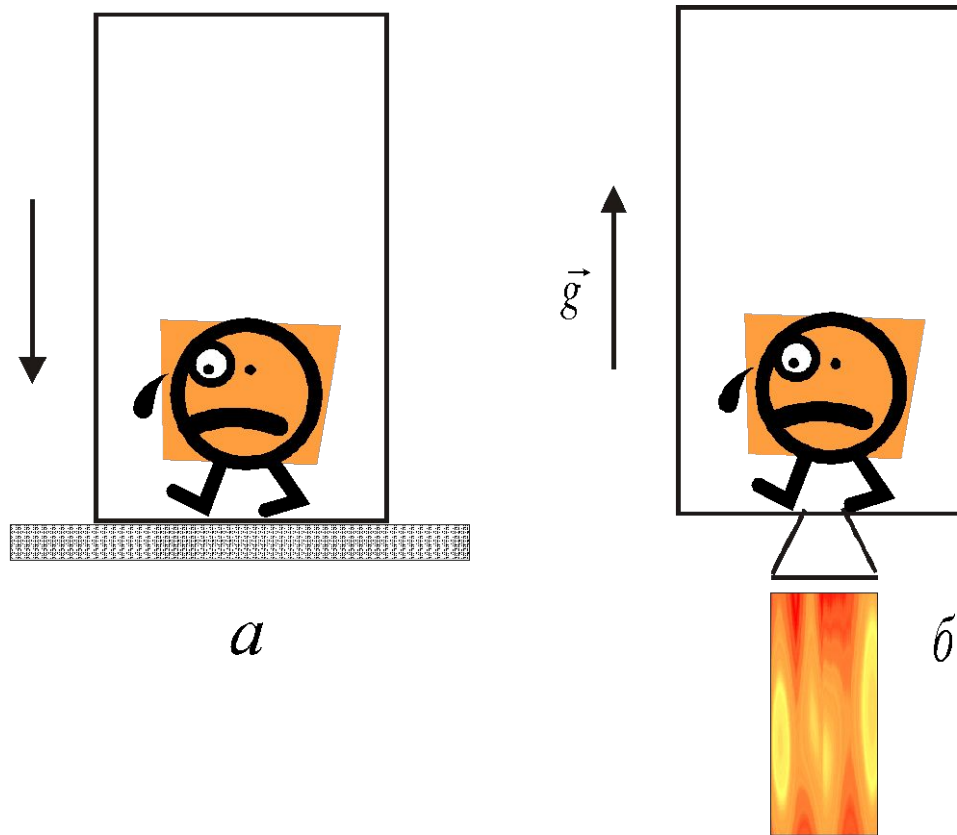
$$z' = z$$

$$t' = \frac{t - Vx / c^2}{\sqrt{1 - V^2 / c^2}}$$

## ОТО. Постулаты ОТО

- 1. Гравитационная масса тела эквивалентна его инертной массе.**
- 2. Гравитация эквивалентна кривизне пространства.**

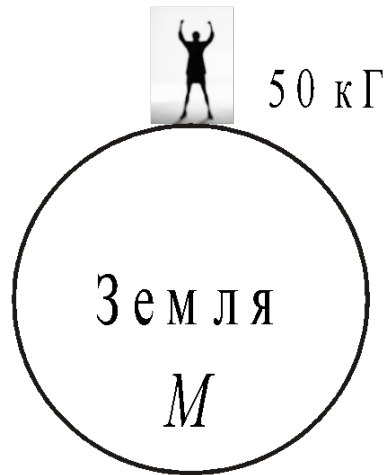
# Принцип эквивалентности гравитационной и инертной масс



"Л и ф т Э й н ш т е й н а"

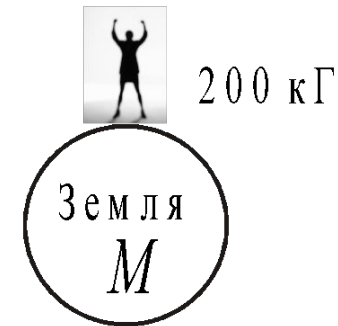


# Принцип эквивалентности гравитации и кривизны пространства



$$R = 6370 \text{ км}$$

*a*



$$R = 3185 \text{ км}$$

*б*

$$P = mg = G \frac{mM}{R^2}$$

## 2. Создание квантовой механики

- **Квантовые свойства излучения (1900)**

$$\varepsilon = h\nu = \hbar\omega \quad (1)$$

$$p = \frac{\hbar\omega}{c} = \hbar k = \frac{2\pi\hbar}{\lambda} \quad (2)$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,054 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$



**М. Планк (1858 – 1947)**

- Волновые свойства частиц (1924)

$$\omega = \varepsilon / \hbar \quad (3)$$

$$\lambda = \frac{2\pi\hbar}{p} = \frac{2\pi\hbar}{mv} \quad (4)$$



Л. де Бройль (1892 - 1987)

**Волновые свойства частиц были подтверждены в 1927 г. в опытах К. Дэвиссона и Л. Джермера по дифракции электронов на кристаллической решетке твердого тела.**

**Это привело к пониманию, что законы классической физики неприемлемы для микрочастиц, обладающих заметными волновыми свойствами.**

**Открытие волновых свойств микрочастиц положило начало созданию в 1926 – 1927 гг. квантовой механики. Вклад в ее создание внесли такие ученые, как В. Гейзенберг, Э. Шредингер, П. Дирак и др.**

Таким образом, в начале XX века  
были заложены основы  
**неклассической**  
**естественнонаучной картины**  
**мира.**

### 3. Современные представления о пространстве и времени

#### Кванты пространства и времени

Из правила квантования боровских орбит

$$Mvr = n\hbar \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

следует, что минимально возможный радиус орбиты для тела массой  $M$  будет соответствовать квантовому числу  $n = 1$  и скорости вращения  $v = c$ . Его обозначают и называют комптоновским радиусом тела:

$$\frac{\hbar}{Mc} = \frac{\hbar}{Mc}$$

Возьмем такое значение  $M$ , при котором комптоновский радиус тела равен его гравитационному радиусу

$$R_0 = G \frac{M}{c^2}.$$

Приравнивая два последних выражения, получаем

$$M = \sqrt{\frac{\boxtimes c}{G}} \sim 10^{-8} \text{ кг.}$$

Величина  $M$  называется фундаментальной или планковской массой. Подставляя ее в выражение для  $\hbar_c$  или  $R_0$  и обозначая  $L$ , находим фундаментальную (планковскую) длину

$$L = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} \sim 10^{-35} \text{ м.}$$

Фундаментальное (планковское) время определим как  $L/c$ :

$$T = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^5}} \sim 10^{-44} \text{ с.}$$



Фундаментальная длина определяет минимальный размер пространства, из которого излучение выйти наружу не может, а вещество не может войти внутрь. Это означает, что при дроблении пространства на области радиусом  $L$  оно перестает быть *континуальным*. Его свойства коренным образом изменяются. *В масштабах, меньших, чем  $L$ , пространство становится дискретным или квантованным.* Точно так же время становится дискретным или квантованным, в масштабах, меньших, чем  $T$ . Величины  $L$  и  $T$  являются, соответственно, длиной кванта пространства и длительностью кванта времени.

## Размерность пространства и времени

К. Гаусс (XIX в.), а впоследствии П. Эренфест (1917) показали, что пространство макромира должно быть 3-мерным.

В  $n$ -мерном пространстве

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^{n-1}}; \quad F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^{n-1}}.$$

При  $n = 3$

$$F_g \sim \frac{1}{r^2}; \quad F_e \sim \frac{1}{r^2}.$$

**Если бы  $n = 4$ , то**

$$F_g \sim \frac{1}{r^3}; \quad F_e \sim \frac{1}{r^3}.$$

**Тогда планеты вокруг Солнца и электроны вокруг атомных ядер вращались бы по кривым 3-го порядка – спиралям и упали бы на центральное тело или же оторвались от него. Иначе говоря, такой мир не мог бы существовать.**

**Но ничто не мешает пространству быть более, чем 3-мерным вне макромира.**

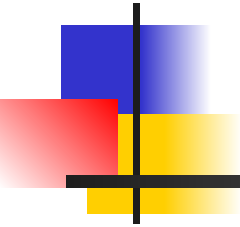
**О. Клейн (Швеция, 1926) предложил следующую аналогию:**



**Поливальный шланг издали кажется одномерным объектом – линией. Но точки этой линии вблизи могут оказаться двумерными фигурами – окружностями.**

**Точно так же точки 3-мерного пространства при приближении к ним на расстояние фундаментальной длины становятся 4-мерными сферами.** 100

## **1.3. Панорама и тенденции развития современного естествознания**



## 1.3.1. Физика

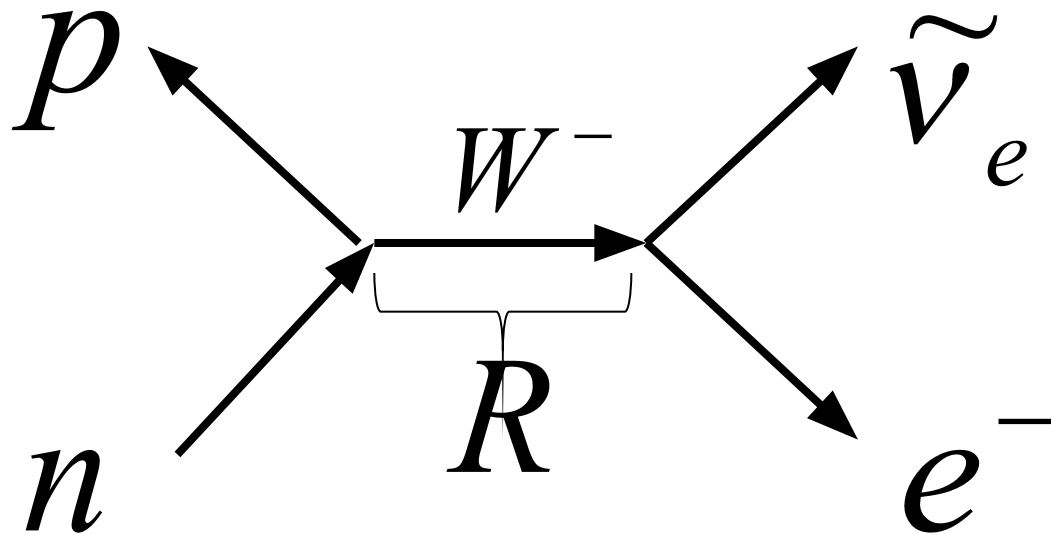
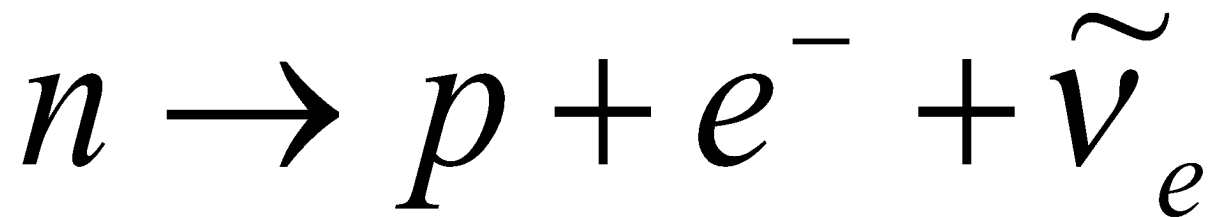
### 1. Виды силовых взаимодействий

№№	Взаимодействие	Источник	Переносчик	Отн. инт-ть	Радиус действия
1.	Гравитационное	Масса	Гравитон	$10^{-39}$	Дальнодействующее
2.	Слабое	Лептоны	Промежуточные векторные бозоны	$10^{-15}$	Короткодействующее ( $\sim 10^{-15}$ )
3.	Электромагнитное	Электрич. заряды	Фотон	$10^{-2}$	Дальнодействующее
4.	Сильное	Кварки	Глюоны	1	Короткодействующее ( $\sim 10^{-15}$ )

## 2. Объединение слабого и электромагнитного взаимодействий

В 1968 г. Ш. Глэшоу, С. Вайнберг и А. Салам показали, что при энергиях частиц  $\sim 10^2$  ГэВ слабое и электромагнитное взаимодействия становятся неотличимыми друг от друга, объединяясь в единое электрослабое взаимодействие.

## Объяснение на примере бета-распада нейтрона:



С ростом энергии конечных частиц масса промежуточного векторного бозона уменьшается, его длина пробега (радиус действия) увеличивается и сила слабого взаимодействия растет.



### 3. Объединение электрослабого и сильного взаимодействий

В 1972 г. Ш. Глэшоу и Г. Джорджи показали, что при энергиях частиц  $\sim 10^{15}$  ГэВ электрослабое и сильное взаимодействия объединяются в единое взаимодействие.

## Объяснение на примере существования семейств «кварки – лептоны»:

$$(u, d, e^{-}, \nu_e),$$
$$(c, s, \mu^{-}, \nu_{\mu}),$$
$$(b, t, \tau^{-}, \nu_{\tau})$$

$u, d, c, s, b, t$  - кварки,  
 $e^{-}$  - электрон,

$\mu^{-}$  - мюон,

$\tau^{-}$  - тау-лептон,

$\nu_e, \nu_{\mu}, \nu_{\tau}$  - соответственно  
электронное, мюонное и тау-  
лептонное нейтрино.

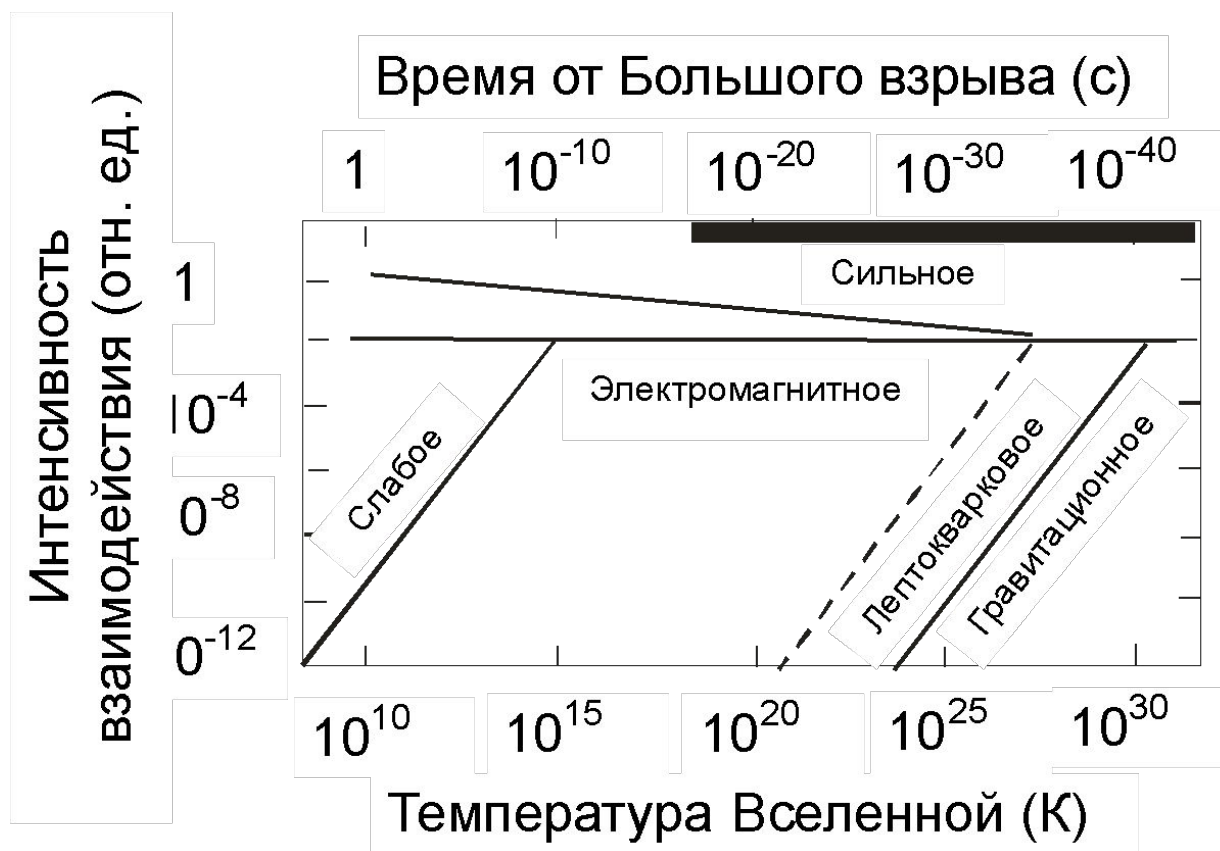
**Возможность объединения таких разных по своим физическим свойствам частиц, как кварки и лептоны в семейства, означает, что у них есть нечто общее. Это промежуточные частицы – лептокварки. На основе этого общего при энергиях  $\sim 10^{15}$  ГэВ и происходит слияние электрослабого и сильного взаимодействий.**

## 4. Проблема Великого объединения взаимодействий

Успешное объединение трех из четырех фундаментальных взаимодействий при возрастании энергии частиц наталкивает на мысль, что при дальнейшем увеличении энергии можно объединить все взаимодействия в одно – супергравитацию. Такую идею высказывал еще Эйнштейн, однако в его время было еще слишком мало известно частицах высоких энергий, чтобы построить соответствующую теорию.

В настоящее время построено несколько теорий такого рода, Их называют теориями Великого объединения. Они различаются в деталях, но сводятся к тому, что при энергиях частиц свыше  $10^{19}$  Гэв существует только одно взаимодействие – супергравитация. Проблема состоит в том, что проверить справедливость таких теорий экспериментально невозможно, так как это требует энергий, соизмеримых по величине с энергией всей Вселенной.

Мы можем лишь косвенно подтвердить наши представления следующей картинкой, где начало отсчета времени соответствует началу возникновения нашей Вселенной – так называемому Большому взрыву, о котором речь пойдет в следующей теме.



## 1.3.2. Космология

### 1. Теория Большого взрыва

В 20-х гг. XX в. астрономы обнаружили, что излучение удаленных галактик смещено в красную часть спектра.

Американский астроном Э. Хаббл объяснил это тем, что галактики удаляются друг от друга, а смещение излучения в сторону более длинных волн обусловлено эффектом Доплера. Закон, открытый Хабблом, записывается так:

$$v = HR,$$

где  $v$  - скорость удаления галактики от наблюдателя,  
- расстояние до нее,  $H \sim 3 \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1}$  постоянная Хаббла.

Исходя из закона Хаббла, американский астрофизик русского происхождения Дж. Гамов разработал в 1946 г. теорию «горячей Вселенной», согласно которой наша Вселенная возникла из сверхплотного сгустка энергии (первичной сингулярности), который расширяется подобно взрыву.

**Джордж (Георгий Антонович)  
Гамов (1904 – 1968)**



Возраст Вселенной или время, которое отделяет нас от Большого взрыва, можно найти из закона Хаббла:

$$t_{\text{Всел.}} = \frac{R}{v} = \frac{1}{H} \sim 15 \text{ млрд. лет.}$$

В рамках этой модели Гамов предсказал существование реликтового излучения Вселенной, которое было экспериментально открыто в 1965 г. А. Пензиасом и Р. Вильсоном с помощью радиотелескопа.



## Последовательность событий, последовавших после Большого взрыва

Космологич. время	Событие
0	Большой взрыв
$10^{-10}$ с	Кварки
$10^{-6}$ с	Протоны и нейтроны
1 с	Электроны, позитроны
1 мин	Синтез He и D
10 000 лет	Вещество
300 000 лет	Отдел. изл. от вещ-ва
1-2 млрд. лет	Галактики
4 млрд. лет	Звезды

## 2. Рождение и эволюция звезд

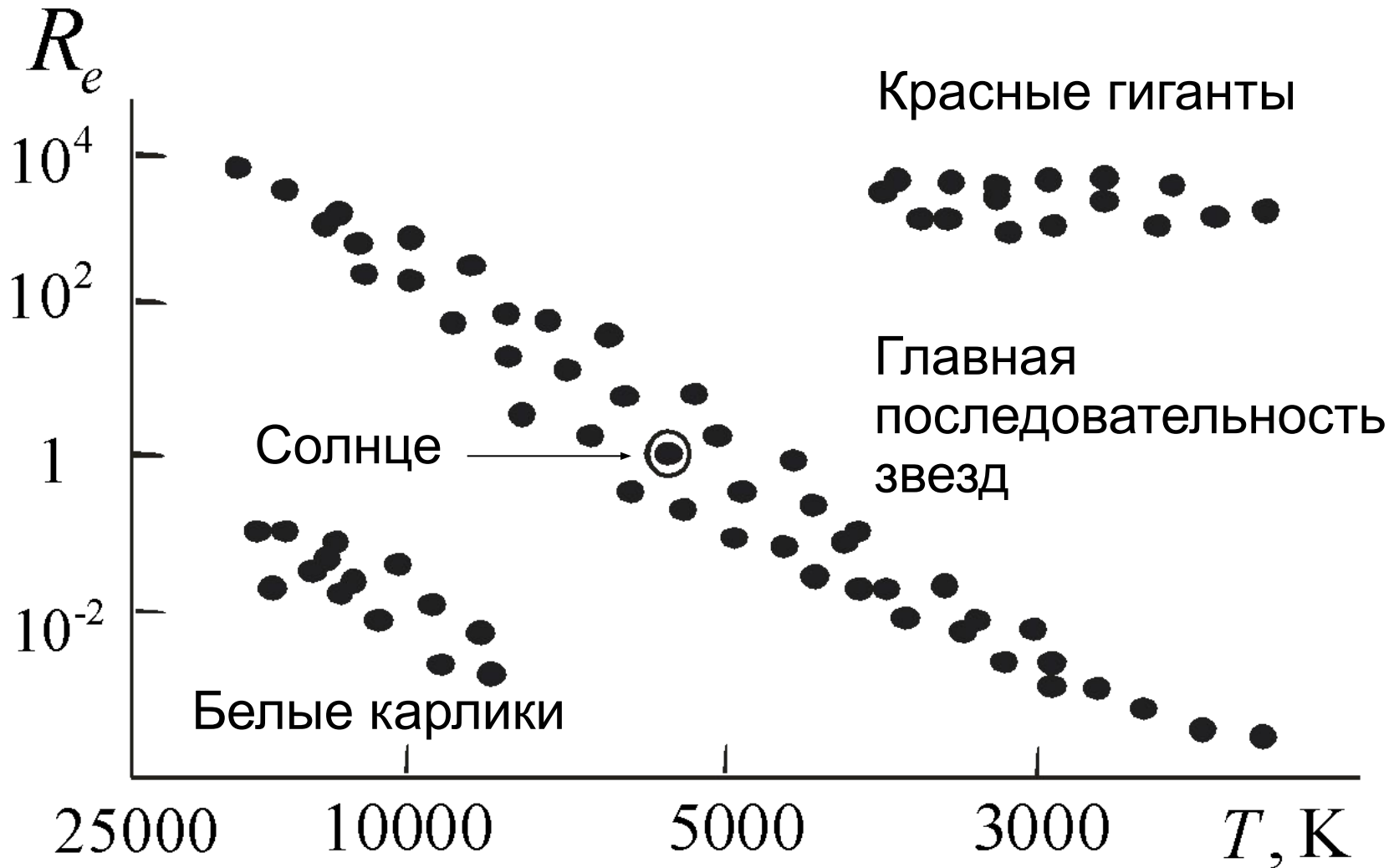
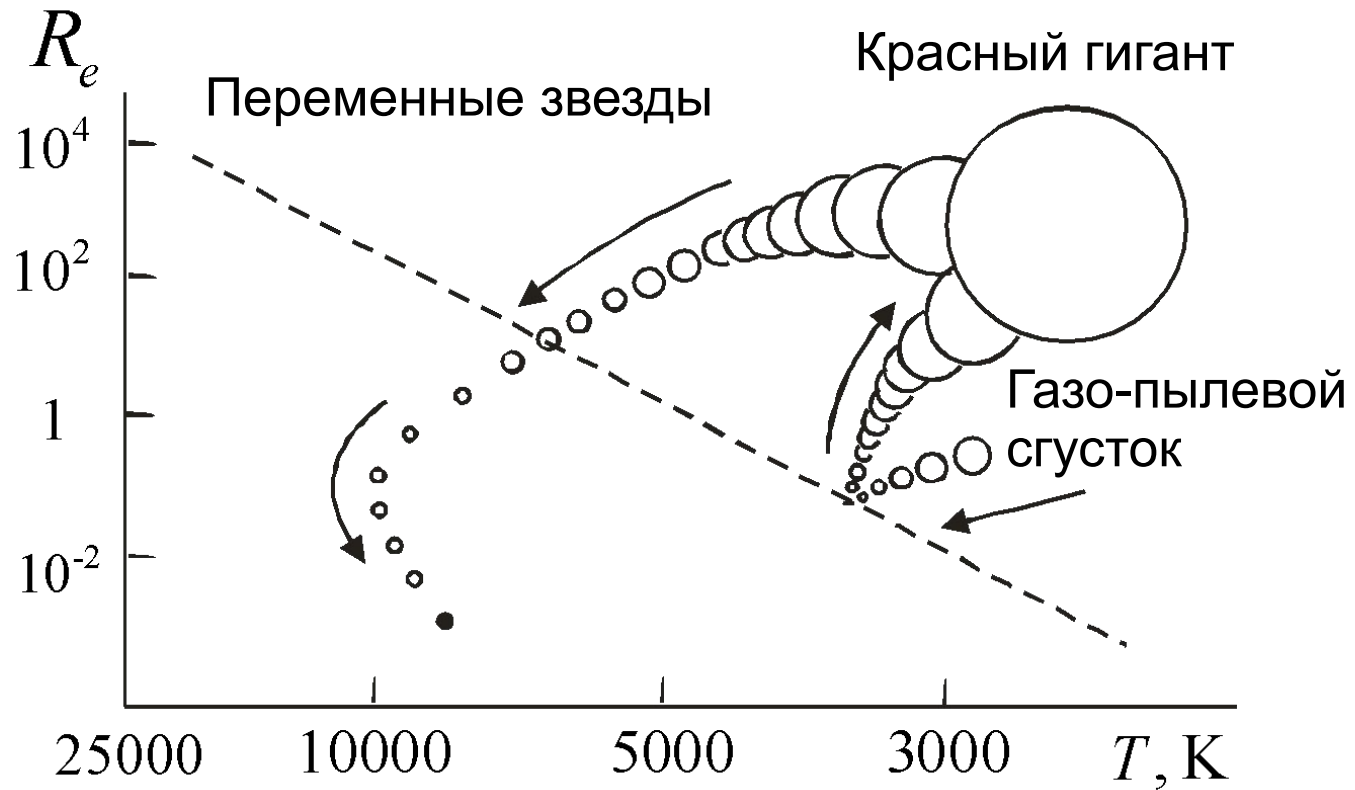


Диаграмма Герцшпрунга - Рассела



**В результате гравитационного сжатия газо-пылевого сгустка вначале возникает нагретая до высокой температуры протозвезда. Сжатие происходит до тех пор, пока температура не достигнет  $\sim 10$  млн. градусов. Тогда начинается термоядерный синтез гелия из водорода, и протозвезда становится звездой.**

Давление продуктов реакции «раздувает» звезду, и она превращается в красный гигант. Остывание красного гиганта приводит к уменьшению давления газов и опусканию звезды на главную последовательность. Здесь она вновь разгорается. Далее возможно два варианта: 1) снова увеличение в размерах с последующим опусканием на главную последовательность (переменные звезды) или 2) дальнейшее остывание и сжатие.

**Конечная стадия жизни звезды зависит от ее массы. Возможны варианты:**

- **$M \leq 1,25M_{\odot}$**

(предел Чандрасекара, 1930 г.) –  
превращение в белого карлика

(  $\rho \sim 60 \text{ т/см}^3$  ) с последующим  
остыванием до темного, несветящегося  
объекта.

- **$1,25M_{\odot} < M \leq 3M_{\odot}$**

(предел Бааде и Цвикки, 1934 г.) –  
превращение в нейтронную звезду

(  $\rho \sim 2 \cdot 10^3 \text{ т/см}^3$  ).

Как было показано в 1967 г. Э. Хьюишем, нейтронные звезды –  
это пульсары.

- **$M > 3M_{\odot}$**

## **– гравитационный коллапс и превращение в черную дыру.**

**История идеи о черных дырах.** Английский геофизик и астроном Джон Мичелл (J.Michell, 1724–1793) предположил, что в природе могут существовать столь массивные звезды, что даже луч света не способен покинуть их поверхность. Используя законы Ньютона, Мичелл рассчитал, что если бы звезда с массой Солнца имела радиус не более 3 км, то даже частицы света (которые он, вслед за Ньютоном, считал корпускулами) не могли бы улететь далеко от такой звезды. Поэтому такая звезда казалась бы издалека абсолютно темной. Эту идею Мичелл представил на заседании Лондонского Королевского общества 27 ноября 1783.

Такую же идею высказал в своей книге *Система мира* (1796) французский математик и астроном Пьер Симон Лаплас. Простой расчет позволил ему написать: «Светящаяся звезда с плотностью, равной плотности Земли, и диаметром, в 250 раз большим диаметра Солнца, не дает ни одному световому лучу достичь нас из-за своего тяготения; поэтому возможно, что самые яркие небесные тела во Вселенной оказываются по этой причине невидимыми». Однако масса такой звезды должна была бы в десятки миллионов раз превосходить солнечную. А поскольку дальнейшие астрономические измерения показали, что массы реальных звезд не очень сильно отличаются от солнечной, идея Мичела и Лапласа о черных дырах была забыта.

Во второй раз ученые «столкнулись» с черными дырами в 1916, когда немецкий астроном Карл Шварцшильд получил первое точное решение уравнений только что созданной тогда А. Эйнштейном общей теории относительности (ОТО). Оказалось, что пустое пространство вокруг массивной точки обладает особенностью на расстоянии  $R_0$  от нее; именно поэтому величину  $R_0$  часто называют «шварцшильдовским радиусом», а соответствующую поверхность (горизонт событий) – шварцшильдовской поверхностью.

Поскольку никакой носитель информации не способен выйти из-под горизонта событий, внутренняя часть черной дыры причинно не связана с остальной Вселенной, происходящие внутри черной дыры физические процессы не могут влиять на процессы вне ее. В то же время, вещество и излучение, падающие снаружи на черную дыру, свободно проникают внутрь через горизонт событий. Можно сказать, что черная дыра все поглощает и ничего не выпускает. По этой причине и родился термин «черная дыра», предложенный в 1967г. американским физиком Джоном Арчибальдом Уилером.





**П.С. Лаплас  
(1749 – 1827)**



**К. Шварцшильд  
(1873 – 1916)**



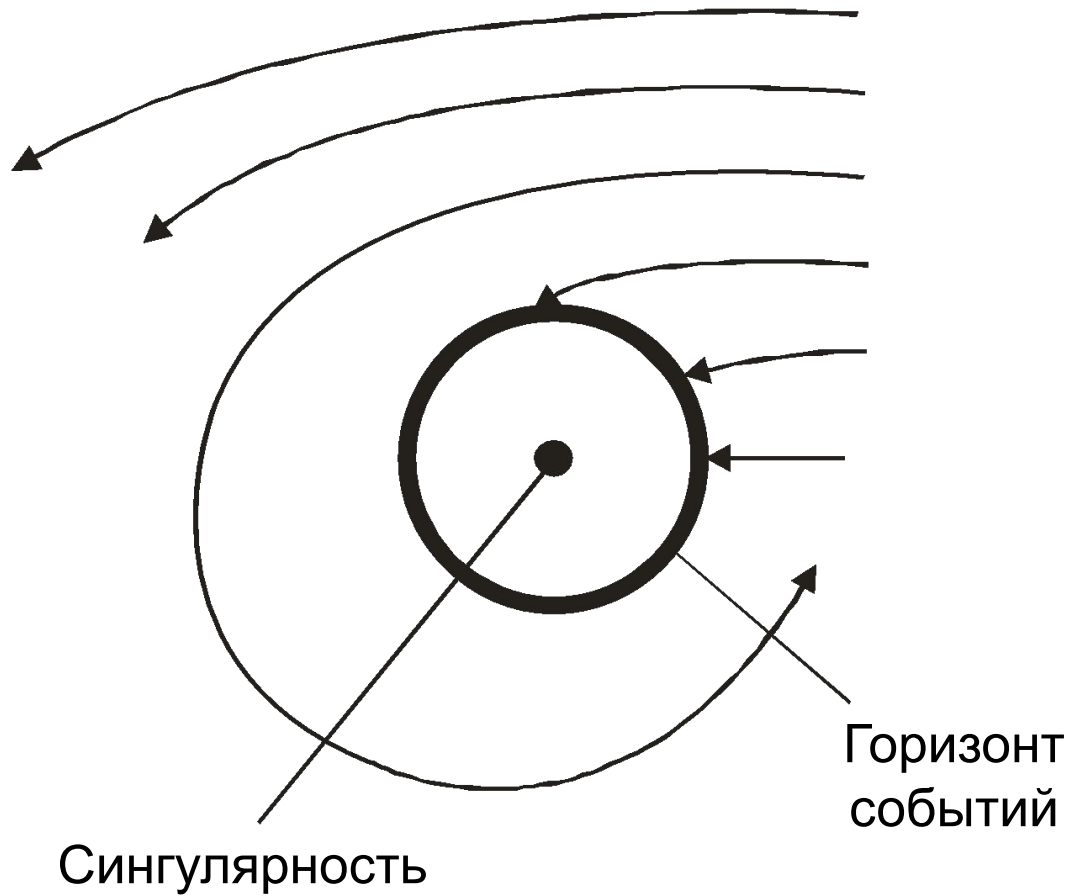
**Дж.А. Уилер  
(род. 1911)**

Выражение для шварцшильдовского радиуса легко получить даже из классических представлений, приравняв кинетическую энергию фотона (считая его частицей) и его потенциальную энергию в гравитационном поле звезды:

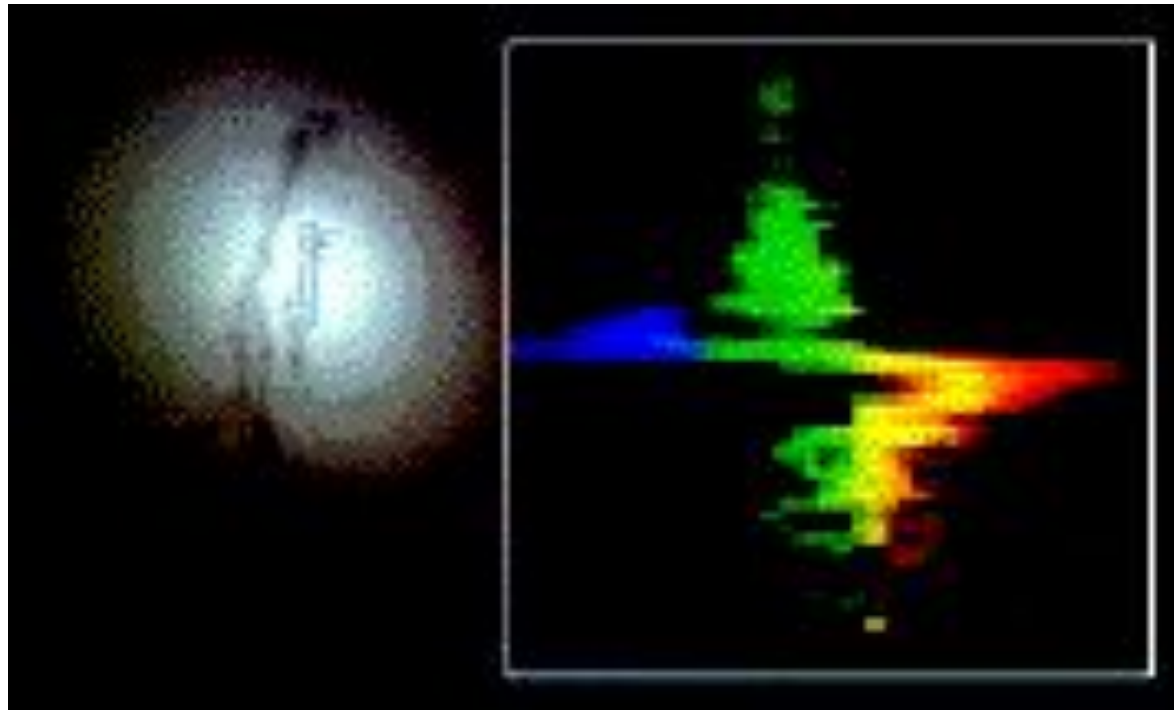
$$\frac{mv^2}{2} = G \frac{mM}{R_0},$$

$$R_0 = 2G \frac{M}{c^2},$$

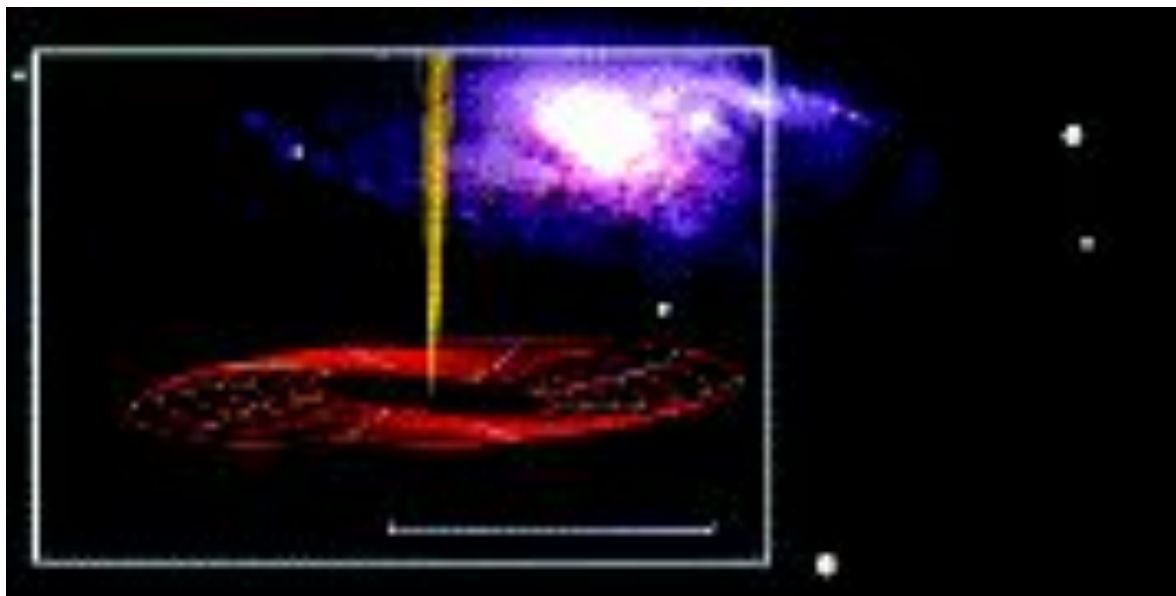
где  $G$  – гравитационная постоянная,  
 $M$  – масса звезды,  $c$  – скорость света в вакууме.



## Строение черной дыры



**Галактика M84 удалена от Земли на 50 миллионов световых лет. В этом звездном скоплении, как подсказывают его спектры (фото справа), находится черная дыра, масса которой не менее 300 миллионов солнечных масс. Смещения в спектре говорят, что облака газа в окрестностях черной дыры вращаются вокруг нее со скоростью 400 километров в секунду.**



**Чтобы отыскать черную дыру, надо исследовать движение вращающихся масс. С помощью радиоволн удалось установить, что в центре галактики M106 облачный диск имеет на периферии скорость, равную 900 километрам в секунду. Это соответствует черной дыре в 36 миллионов солнечных масс.**



**Ученые считают, что в центре нашей галактики (Млечного пути) также существует черная дыра. Звездочкой показано место нашего Солнца в Галактике.**

### 1.3.3. Химия

## 1. Основные направления современной химии

- Органическая химия
- Неорганическая химия
- Физическая химия
- Аналитическая химия
- Химия высокомолекулярных соединений

## 2. От исследования вещества к его синтезу

- **Искусственный каучук**

Промышленное производство искусственного каучука было налажено в 1932 г. на основе работ С.В. Лебедева. Сырьем служит бутадиен. Его полимеризация осуществляется в присутствии катализатора – металлического натрия.



- **Нейлон (найлон)**

**Промышленный метод синтеза нейлона был разработан в 1936 г. американским химиком У.Х. Карозерсом в результате его работ по в области новых синтетических полимеров – полиамидов.**

- **Тефлон**

Тефлон синтезировал Р. Планкет в 1938 г. Это открыло эру синтеза фторополимеров, обладающих уникальными термостабильностью и смазочными свойствами («вечные» смазочные масла). Тефлон и другие фторополимеры широко используются в химической, электротехнической и радиотехнической промышленности, авиационной и космической технике.

## • Инсулин

**Синтетический инсулин был получен в 1963 г. американским биохимиком В. Виньо.**

**Это стало возможным в результате большой предварительной работы ряда других ученых.**

**Ф. Бантинг (Канада) и Дж. Маклауд (Великобритания) разработали промышленный способ получения инсулина из поджелудочной железы эмбрионов животных (Нобелевская премия 1923 г. по физиологии и медицине).**

**Ф. Сенгерс (Великобритания) установил точную последовательность аминокислот в молекуле инсулина (Нобелевская премия 1958 г. по химии).**

**Д. Кроуфут-Ходжкин (Великобритания) с помощью рентгеновской дифрактометрии определила пространственное строение молекулы инсулина (Нобелевская премия 1964 г.).**

- **Искусственные алмазы**

**В 1939 г. советский физик О.И. Лейпунский теоретически рассчитал, что для перехода графита в алмаз необходимы давления порядка 45-60 тысяч атмосфер и температуры около 1300-1700 градусов Цельсия.**

**Соответствующая аппаратура была создана в 1954 г. американской фирмой «Дженерал электрик компани», что позволило ей впервые получить искусственные кристаллы алмаза величиной до миллиметра. Большая часть искусственных алмазов в настоящее время используется для технических нужд: абразивных материалов, обрабатывающих инструментов и т.п.**

## • Фуллерены

Фуллерены – это макромолекулы углерода с четным, более 20, количеством атомов, образующих три связи друг с другом.

В 1970 г. Осава (Япония) теоретически построил молекулу  $C_{60}$ .

В 1973 г. Советские химики Бовчар и Гальперн провели квантово-механические расчеты устойчивости такой молекулы.

В 1985 г. Х. Кротто и Р. Смолли синтезировали фуллерены  $C_{60}$  (Нобелевская премия 1996 г. по химии). Позднее были синтезированы и более сложные фуллерены, а также нанотрубки.

Фуллерены обладают необычными химическими и физическими свойствами. При высоком давлении  $C_{60}$  становится твердым, как алмаз. Его молекулы образуют кристаллическую структуру, состоящую из шаров, свободно вращающихся в узлах гранцентрированной кубической кристаллической решетки. Благодаря этому его можно использовать в качестве твердой смазки. Фуллерены обладают также магнитными и сверхпроводящими свойствами. Так как углерод является основным элементом в живых организмах, фуллерены хорошо биосовместимы с живыми тканями, что обуславливает все более широкое их применение в медицине.

### 1.3.4. Биология

#### 1. Открытие структуры ДНК

**Законы наследственности были открыты в XIX в. австрийским естествоиспытателем Г. Менделем.**

**В XX в. эти законы заново открыли**

- Х. де Фриз (Нидерланды);**
- Э. Чермак-Зейденегг (Австрия);**
- К.Э. Корренс (Германия).**

**В 1902 г. Т. Бовери и У. Сеттон предположили, что наследственные задатки находятся в хромосомах, спустя 7 лет В. Иогансен (Дания) назвал их генами.**

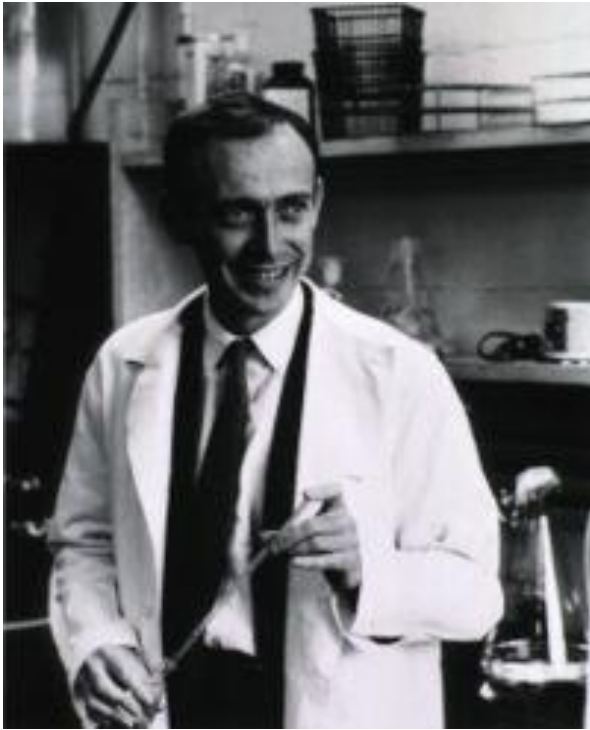
**В 1910 г. Т.Х. Морган (США) определил расположение генов в хромосомах плодовой мухи дрозофилы.**

**В 1944 г. О. Эйвери установил связь генов с нуклеиновыми кислотами.**



**ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота – носитель генетической информации. Содержится в хромосомах, находящихся в ядре каждой клетки организма.**

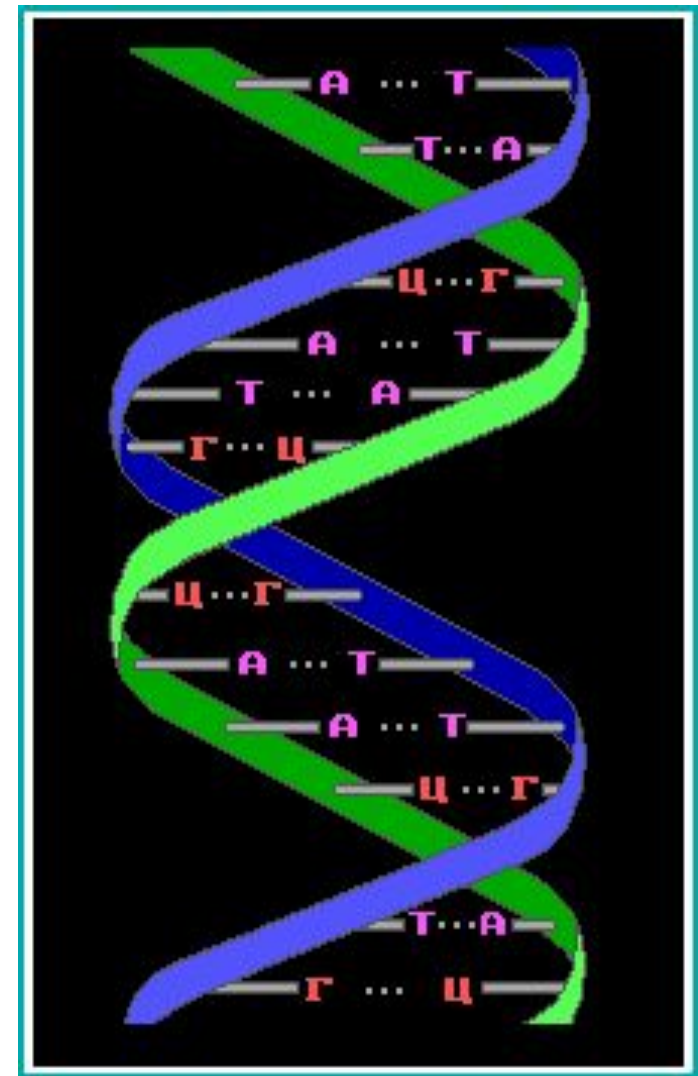
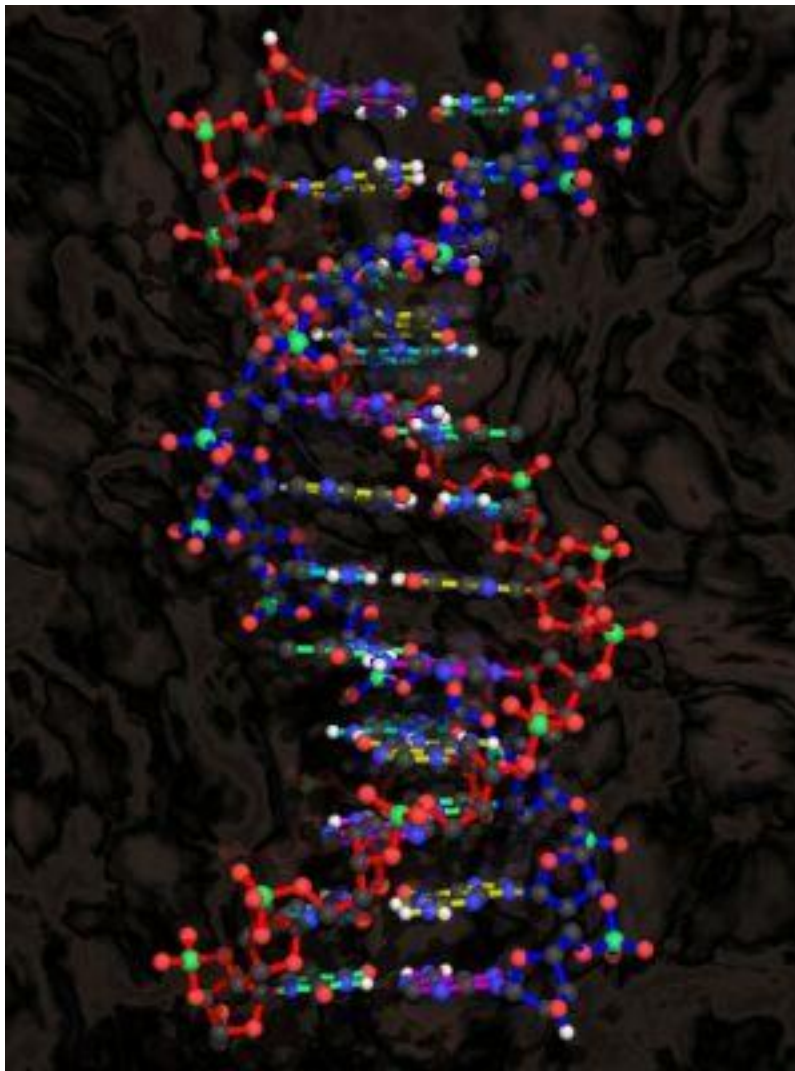
**Пространственная структура ДНК открыта в 1953 г. Ф. Криком (Великобритания) и Дж. Уотсоном (США) – Нобелевская премия 1962 г. по физиологии и медицине.**



**Дж. Уотсон (р. 1928)**



**Ф. Крик (1916 - 2004)**



**Двойная спираль ДНК.**

**Слева: пространственная модель.**

**Справа: схематическое изображение.**

**Цепи ДНК состоят из чередующихся фосфатных групп и углеводов (дезоксирибозы). Они соединены между собой азотистыми основаниями четырех типов:**

- аденин (А);**
- гуанин (Г);**
- тимин (Т);**
- цитозин (Ц).**

**Пуриновые основания (А и Г)  
связываются с пиримидиновыми  
основаниями (Т и Ц) по принципу  
комплементарности (соответствия):**

**А – Т; Г – Ц.**

**Ген – участок ДНК, кодирующий один белок.**

**Генотип – полный набор генов, характеризующих конкретный индивид.**

**Геном – полный набор генов, присущих данному биологическому виду в целом.**

**Открытие структуры ДНК дало начало молекулярной генетике – науке о механизмах наследственности и изменчивости живых организмов.**

## 2. Генная инженерия

**Генная инженерия – это метод биотехнологии, заключающийся в искусственном изменении генотипов живых организмов.**

**Он позволяет преодолевать межвидовые барьеры и внедрять в ДНК растения гены животных и наоборот. Это приводит к синтезу в клетках новых белков и появлению у организма новых свойств. Например, генетически модифицированный картофель фирмы «Монсанто» (США) содержит гены скорпиона. Он не боится засухи. Его не поедает колорадский жук.**

## Этапы генной инженерии на бактериях:

- рестрикция – разрезание ДНК на фрагменты с помощью ферментов;
- лигирование – включение фрагмента с нужным геном в плазмиды – кольцевые молекулы ДНК;
- трансформация – введение плазмид в клетки бактерий и их размножение;
- скрининг – отбор среди трансформированных бактерий тех, которые содержат нужный ген.



# Проблемы:

- не ясны последствия употребления в пищу генетически модифицированных продуктов;
- новые признаки не прошли естественный отбор и не достаточно стойки;
- могут появиться «суперсорняки», с которыми потом будет очень трудно бороться.

### 3. Клонирование

**Клонирование – это способ получения потомства с набором генов, совпадающим с генотипом донора, но без полового размножения или с его неполным участием.**

**Два способа:**

- **разделение оплодотворенной яйцеклетки;**
- **пересадка ядер из соматических клеток донора в денуклеированные яйцеклетки суррогатной матери.**

**Первый способ известен с конца XIX в., когда Г. Дриш (Германия) получил клоны морского ежа из разрезанного на части эмбриона.**

**Вслед за этим Г. Шпеман (Германия) получил гомозиготных близнецов тритона перетяжкой оплодотворенной яйцеклетки в области ядра.**

**Эта методика в настоящее время широко используется для размножения ценных пород сельскохозяйственных ЖИВОТНЫХ.**

**Второй способ сложнее. Он практически реализован в 1996 – 1997 г.г. в Шотландии Я. Уилмутом с коллегами, получившими клон овцы.**



**Я. Уилмут с клонированной овцой Долли**

**Уже получены клоны многих домашних животных.**



**Котенок Ники – клон умершего на 17-ом году жизни кота Ники – обошелся своей хозяйке Джулии в 50 тыс. долларов. США.**



**Клонированный в Южной Корее щенок Снулли рядом со своей мамой, из уха которой он был получен.**





**Клонированный теленок. США.**

# Практическая польза:

- **воссоздание исчезнувших видов животных;**
- **выращивание тканей для поврежденных органов из стволовых клеток.**

# Проблемы:

- **юридические;**
- **нравственные;**
- **религиозные;**
- **медицинские.**



## 4. Расшифровка генома человека

**В геном человека входит около 3,5 млрд. генов. К 2000 г. подробная генетическая карта человека была, в основном, расшифрована.**

**Значение этой работы огромно:**

- уточнение хода эволюции человека как биологического вида;**
- лечение наследственных заболеваний;**
- профилактика старческих изменений.**

## **Выяснилось, что:**

- в геноме человека записана вся его эволюция. Около 2/3 генов человека похожи на гены бактерий;**
- геном человека больше похож на геном актиний (морских кишечнополостных животных), чем на геном червей. Эволюционные пути этих животных разошлись около 700 млн. лет назад;**
- у человека и шимпанзе около 99% общих генов.**



**Актиния – кишечнополостное животное из класса коралловых полипов. В его геноме много общих генов с геномом человека.**



**Шимпанзе. Лишь 1% генов (всего каких-то 35 миллионов) отличают его от человека.**



**Крейг Вентер – директор института К. Вентера (США), работающего по программе «Геном человека», - первый человек в мире, опубликовавший свою генетическую карту. (с сайта [www.harrywalker.com](http://www.harrywalker.com)).**

### 1.3.5. Тенденции развития

**1. От существующего в возникающему**

**Сложившаяся в начале XX в.**

**неклассическая естественнонаучная картина мира объясняет устройство окружающего мира без учета имеющихся в нем тенденций к развитию.**

**К середине XX в. стало ясно, что сложные открытые системы эволюционируют в направлении большего упорядочения.**

**Возникновение нового порядка происходит без внешнего специфического воздействия, путем самоорганизации за счет согласованного действия внутренних факторов.**

**Наука о самоорганизации сложных, открытых, нелинейных, диссипативных систем называется синергетикой (от греч. *synergetike* – совместное действие).**

**Бельгийский физико-химик русского происхождения Илья Пригожин (1917 – 2003) разработал в 1947 г. основы термодинамики открытых систем (Нобелевская премия по химии 1977 г.). Автор книги «От существующего к возникающему». (В русском переводе вышла в 1985 г.)**







**Советский химик Б.П. Белоусов (1893 – 1970) открыл в 1951г. самоорганизацию в химических реакциях (реакция Белоусова – Жаботинского).**



**Английский математик  
А. Тьюринг (1912 – 1954)  
построил в 1952 г.  
математическую модель  
морфогенеза.**

**Немецкий физик Г. Хакен (р. 1927) в 70-х гг. прошлого века исследовал процессы самоорганизации в лазерной плазме. Именно Хакен является автором термина «Синергетика».**



**На снимке Г. Хакен (слева) и проф. В. Клоуновский.**

## **2. Идеи эволюционизма в современном естествознании**

**Биологическая эволюция идет по схеме:**

**изменчивость – наследственность – отбор.**

**Российский ученый Н.Н. Моисеев предложил обобщить эту триаду на все без исключения эволюционные процессы.**

**Таким образом, к концу XX в. в естествознании сложилась постнеклассическая естественнонаучная картина мира, основной идеей которой является идея универсального эволюционизма сложных открытых систем, независимо от их физической природы.**