

# 1 Последовательность событий в космологии

Возраст вселенной по разным данным  $13.75 \pm 0.13$  (WMAP) или  $13.81 \pm 0.06$  (Planck) гигаlet.

Время	Эпоха	События
0	Сингулярность	Большой взрыв
$0 - 10^{-43}$ с	Планковская эпоха	Рождение частиц
$10^{-43} - 10^{-35}$ с	Эпоха Великого объединения	Отделение гравитации от объединённого электрослабого и сильного взаимодействия. Возможное рождение монополей. Разрушение Великого объединения.
$10^{-35} - 10^{-32}$ с	Инфляционная эпоха	Вселенная экспоненциально увеличивает свой радиус на много порядков. Структура первичной квантовой флуктуации, раздуваясь, даёт начало крупномасштабной структуре Вселенной. Вторичный нагрев.
$10^{-32} - 10^{-12}$ с	Электрослабая эпоха	Вселенная заполнена кварк-глюонной плазмой, лептонами, фотонами, W- и Z-бозонами, бозонами Хиггса. Нарушение суперсимметрии.
$10^{-12} - 10^{-6}$ с	Кварковая эпоха	Электрослабая симметрия нарушена, все четыре фундаментальных взаимодействия существуют отдельно. Кварки ещё не объединены в адроны. Вселенная заполнена кварк-глюонной плазмой, лептонами и фотонами.
$10^{-6} - 100$ с	Адронная эпоха	Адронизация. Аннигиляция барион-антибарионных пар. Благодаря CP-нарушению остаётся малый избыток барионов над антибарионами (около $1:10^9$ ).
100 секунд — 3 минуты	Лептонная эпоха	Аннигиляция лептон-антилептонных пар. Распад части нейтронов. Вещество становится прозрачным для нейтрино.

3 минуты — 380 000 лет	Протонная эпоха	Нуклеосинтез гелия, дейтерия, следов лития-7 (20 минут). Вещество начинает доминировать над излучением (70 000 лет), что приводит к изменению режима расширения Вселенной. В конце эпохи (380 000 лет) происходит рекомбинация водорода и Вселенная становится прозрачной для фотонов теплового излучения.
380 000 — 550 млн лет	Тёмные века	Вселенная заполнена водородом и гелием, реликтовым излучением, излучением атомарного водорода на волне 21 см. Звёзды, квазары и другие яркие источники отсутствуют.
550 млн — 800 млн лет	Реионизация	Образуются первые звёзды (звёзды популяции III), квазары, галактики, скопления и сверхскопления галактик. Реионизация водорода светом звёзд и квазаров.
800 млн лет — 8,9 млрд лет	Эра вещества	Образование межзвёздного облака, давшего начало Солнечной системе.
8,9 млрд лет — 9,1 млрд лет	Эра вещества	Образование Земли и других планет нашей Солнечной системы, затвердевание пород.