

ной даёт неизмеримо сложную картину космич. пространства-времени: материя во Вселенной сосредоточена в основном в звёздах и их скоплениях, к-рые распределены неравномерно и соответствующим образом искривляют пространство-время, оказывающееся неоднородным и неизотропным. Это исключает возможность практич. и матем. рассмотрения Вселенной как целого. Однако ситуация меняется по мере продвижения к крупномасштабной структуре пространства-времени Вселенной: распределение скоплений галактик оказывается в среднем изотропным, реликтовое излучение характеризуется однородностью и т. д. Всё это оправдывает введение космологич. постулата об однородности и изотропности Вселенной и, следовательно, понятия мирового Π и ν . Но это не абс. Π и ν Ньютона, к-рые, хотя тоже были однородными и изотропными, но в силу евклидова характера имели нулевую кривизну. В применении к неевклидову пространству условия однородности и изотропности влекут постоянство кривизны, и здесь возможны три модификации такого пространства: с нулевой, отрицат. и положит. кривизной. Соответственно в космологии был поставлен очень важный вопрос: конечна или бесконечна Вселенная?

Эйнштейн столкнулся с этой проблемой при попытке построить первую космологич. модель и пришёл к выводу, что общая теория относительности несовместима с допущением бесконечности Вселенной. Он разработал конечную и статичную модель Вселенной — сферич. Вселенная Эйнштейна. Речь идёт не о привычной и наглядной сфере, к-рую можно часто наблюдать в обыденной жизни. Напр., мыльные пузыри или мячи сферичны, но они являются образами двумерных сфер в трёхмерном пространстве. А Вселенная Эйнштейна представляет собой трёхмерную сферу — замкнутое в себе неевклидово трёхмерное пространство. Оно является конечным, хотя и безграничным. Такая модель существенно обогащает наши представления о пространстве. В евклидовом пространстве бесконечность и неограниченность были единым неразрешённым понятием. На самом деле это разные вещи: бесконечность является метрич. свойством, а неограниченность — топологическим. У Вселенной Эйнштейна нет границ, и она является всеобъемлющей. Более того, сферич. Вселенная Эйнштейна конечна в пространстве, но бесконечна во времени. Но, как выяснилось, стационарность вступала в противоречие с общей теорией относительности. Стационарность пытались спасти разл. методами, что повлекло развитие ряда оригинальных моделей Вселенной, однако решение было найдено на пути перехода к нестационарным моделям, к-рые впервые были развиты А. А. Фридманом. Метрич. свойства пространства оказались изменяющимися во времени. В космологии вошла диалектич. идея развития. Выяснилось, что Вселенная расширяется [Э. Хаббл (E. Hubble)]. Это вскрыло совершенно новые и необычные свойства мирового пространства. Если в классич. пространственно-временных представлениях разбегание галактик интерпретируется как их движение в абс. ньютоновом пространстве, то в релятивистской космологии это явление оказывается результатом нестационарности метрики пространства: не галактики разлетаются в неизменном пространстве, а расширяется само пространство. Если экстраполировать это расширение «вспять» во времени, то получается, что наша Вселенная была «стянута в точку» прилб. 15 млрд. лет назад. Совр. наука не знает, что происходило в этой нулевой точке $t = 0$, когда материя была спрессована в критич. состоянии с бесконечной плотностью и бесконечной была кривизна пространства. Бессмысленно задавать вопрос, что было до этой нулевой точки. Такой вопрос осмыслен в применении к ньютонову абс. времени, а в релятивистской космологии работает иная модель времени, в к-рой в момент $t = 0$ возникает не только стремительно расширяющаяся (или раздувающаяся) Вселенная (Большой взрыв), но и само время. Совр. физика всё

ближе подходит в своём анализе к «нулевому моменту», реконструируются реалии, имевшие место через секунду и даже доли секунды после Большого взрыва. Но это уже область глубокого микромира, где не работает классич. (неквантовая) релятивистская космология, где вступают в силу квантовые явления, с к-рыми связан другой путь развития фундам. физики 20 в. со своими специфич. представлениями о Π и ν .

В основе этого пути развития физики лежало открытие М. Планком (M. Planck) дискретности процесса испускания света: в физике появился новый «атом» — атом действия, или квант действия, $h = 6,55 \cdot 10^{-27}$ эрг·с, к-рый стал новой мировой константой. Мн. физики [напр., А. Эддингтон (A. Eddington)] с момента появления кванта подчёркивали загадочность его природы: он неделим, но не имеет границ в пространстве, он как бы заполняет собой всё пространство, и не ясно, какое место следует отнести ему в пространственно-временной схеме мироздания. Место кванта было чётко выяснено в квантовой механике, вскрывшей законсервированности атомного мира. В микромире становится бессодержательным понятие пространственно-временной траектории частицы (обладающей как корпускулярными, так и волновыми свойствами), если под траекторией понимается классич. образ линейного континуума (см. Причинность). Поэтому в первые годы развития квантовой механики её создатели делали осн. упор на вскрытие того факта, что она не даёт описания движения атомных частиц в пространстве и времени и ведёт к полному отказу от привычного пространственно-временного описания. Выявилась необходимость пересмотра пространственно-временных представлений и лавинского детерминизма классич. физики, ибо квантовая механика является принципиально статистич. теорией и у-ние Шрёдингера описывает амплитуду вероятности нахождения частицы в данной пространственной области (расширяется и само понятие пространственных координат в квантовой механике, где они изображаются *операторами*). В квантовой механике было открыто наличие принципиального ограничения точности при измерениях на малых расстояниях параметров микрообъектов, обладающих энергией порядка той, к-рая вносится в процессе измерения. Это обуславливает необходимость наличия двух дополняющих друг друга эксперим. установок, к-рые в рамках теории формируют два дополнительных описания поведения микрообъектов: пространственно-временное и импульсно-энергетическое. Любое повышение точности определения пространственно-временной локализации квантового объекта сопряжено с повышением неточности в определении его импульсно-энергетич. характеристик. Неточности измеряемых физ. параметров образуют *неопределённостей соотношения*: $\Delta x \cdot \Delta p \geq h$, $\Delta E \cdot \Delta t \geq h$. Важно, что указанная дополнительность содержится и в самом матем. формализме квантовой механики, определяя дискретность фазового пространства.

Квантовая механика была положена в основу бурно развивающейся физики элементарных частиц, в к-рой представления о Π и ν столкнулись с ещё большими трудностями. Оказалось, что микромир является сложной многоуровневой системой, на каждом уровне к-рой господствуют специфич. виды взаимодействий и характерные специфич. свойства пространственно-временных отношений. Область доступных в эксперименте микроскопич. интервалов условно можно поделить на четыре уровня: уровень молекулярно-атомных явлений (10^{-8} см $< \Delta x < 10^{-11}$ см); уровень релятивистских квантовоэлектродинамич. процессов: уровень элементарных частиц; уровень ультрамалых масштабов ($\Delta x \leq 10^{-16}$ см и $\Delta t \leq 10^{-26}$ с — эти масштабы доступны в опытах с космич. лучами). Теоретически можно ввести и значительно более глубокие уровни (лежащие далеко за пределами возможностей не только сегодняшних, но и завтрашних эксперимен-