

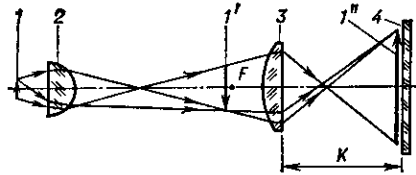
но фиксировать лишь с точностью до её *комптоновской длины волны*. Поэтому условия М. имеют весьма ограниченный физ. смысл. Их следует рассматривать как формально-матем. требование, представляющее собой экстраполяцию физ. условия причинности в область малых расстояний и промежутков времени.

Отсюда следует возможность нарушения условий М. «в малом» без противоречия с физ. принципом причинности. Эта возможность составила основу *нелокальной квантовой теории поля*, получившей развитие в 1930—1960-х гг., когда трудности локальной теории поля осложнили её использование в теории элементарных частиц. Вместе с тем М. оказалась столь тесно связанной с др. фундам. свойствами квантового поля (*релятивистской инвариантностью, унитарностью*), что для сохранения этих свойств в нелокальной теории потребовалась радикальная перестройка всего её аппарата. С др. стороны, предпринимались попытки (не приведшие к успеху) сформулировать «смягчённые» условия причинности — условия «макропричинности», т.е. учитывающие соотношения неопределённостей. Эти условия должны отличаться от (1) и (2) «в малом», допуская в области малых расстояний и промежутков времени ненаблюдаемые (вследствие соотношений неопределённостей) нарушения причинности.

Несмотря на отсутствие прямого физ. смысла условий М. «в малом», совр. теория фундам. взаимодействий, к-рая в значит. мере преодолела трудности локальной теории поля, использует эти условия вплоть до расстояний порядка квантово-гравитац. длины (*планковской длины*) 10^{-33} см. Проверка *квантовой электродинамики* и (с меньшей определённостью) дисперсионных соотношений подтвердила справедливость условий М. до расстояний порядка 10^{-18} см и промежутков времени до 10^{-26} с. Применимость этих условий и основанной на них локальной теории поля в области меньших масштабов, хотя и кажется очень вероятной в свете успехов совр. теории, требует ещё своего эксперим. обоснования.

Лит.: Боголюбов Н. Н., Ширков Д. В., Введение в теорию квантовых полей, 4 изд., М., 1984; Киржениц Д. А., Нелокальная квантовая теория поля, «УФН», 1966, т. 90, с. 129; Боголюбов Н. Н., Логунов А. А., Тодоров И. Т., Основы аксиоматического подхода в квантовой теории поля, М., 1969; Нуссенцевейг Х. М., Причинность и дисперсионные соотношения, пер. с англ., М., 1976. Д. А. Киржениц.

МИКРОПРОЕКЦИЯ — получение на экране оптич. изображений малых объектов с помощью микроскопа. Объектив 2 микроскопа (рис.) образует, как обычно,



увеличенное действительное изображение $1'$ объекта 1, к-рое при М. устанавливают перед передним фокусом окуляра 3. Окуляр работает в этом случае как проекц. система и создаёт действительное изображение $1''$ объекта в плоскости экрана 4. При М. линейное оптич. увеличение

$$\beta = \beta_{об} \Gamma_{ок} \cdot K/250 \equiv \beta_{об} \cdot K/f'_{ок},$$

где $\beta_{об}$ и $\Gamma_{ок}$ — номинальные значения увеличений объектива и окуляра; $f'_{ок}$ — фокусное расстояние окуляра; K — расстояние от окуляра до экрана. Освещённость изображения $E = \tau B \lambda A^2 / \beta$, где τ — коэф. пропускания оптич. системы микроскопа, B — яркость источника света, A — апертура объектива. Для получения достаточной освещённости при М. требуются источники света высокой яркости.

М. применяется для демонстрации изображений одновременно. неск. наблюдателям, для удобства работы на ряде микроскопов. Наиб. распространена проекция на прозрачный экран (матовое стекло). М. используется также для получения изображений микрообъектов на светочувствит. слое фотоматериала (микрофотография и микрокинематография), на мишени передающей трубки (телевизионная микроскопия), на фотокатоде электронно-оптич. преобразователя (УФ- и ИК-микроскопия) и др.

Лит. см. при ст. Микроскоп. Г. В. Папаян.
МИКРОПРОЦЕССОР (МП) — программно-управляемое универсальное устройство для цифровой обработки дискретной и (или) аналоговой информации и управления процессом этой обработки, построенное на одной или неск. больших *интегральных схемах* (БИС). По существу, МП может выполнять те же функции, что и процессор ЭВМ (или его составная часть), — отсюда с учётом изготовления его по технологии микроэлектроники произошло назв. «МП».

Области применения МП определяются, с одной стороны, возможностями МП как БИС — компонента электронных схем, а с другой — возможностями МП по обработке информации и управлению этим процессом, присущими ЭВМ. В совокупности с БИС постоянного запоминающего устройства (ПЗУ), оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) (см. *Памяти устройства*) и БИС управления вводом-выводом информации МП позволяет создавать универсальные ЭВМ, причём он выполняет функции процессора (организацию работы ЭВМ, логич. и арифметич. обработку информации). Др. область применения МП — специализиров. системы для сбора информации с объекта, её обработки и оптим. управления объектом. Примерами из этой области являются специализиров. управляющие МП (микроконтроллеры) и приборы со встроенной микропроцессорной системой ввода-вывода информации и её обработки (т. н. интеллектуальные приборы).

Спектр применений МП в физике определяется наряду с этим ещё двумя обстоятельствами. Во-первых, МП, работающий от внеш. источника энергии и управляющий состоянием замкнутой системы, способен управлять изменением её энтропии заданным образом [1]. Эта способность широко используется в автоматизиров. устройствах управления системами для оптимизации либо повышения эффективности происходящих в них процессов (напр., удержание на заданном уровне темп-ры печи, в контур управления нагревателем к-рой включён МП). Во-вторых, любой алгоритм обработки информации можно реализовать программно (с помощью выполнения соответствующей программы универсальным МП) либо аппаратно (с помощью специализиров. МП, при разработке к-рого искомый алгоритм был реализован непосредственно в его электронной схеме). Последний способ обеспечивает макс. быстродействие алгоритма и представляет интерес в том случае, когда требуется обрабатывать информацию с частотой, превышающей частоту её обработки программным путём. Напр., для обработки изображений, следующих с частотой телевизионной развёртки, широко используется фурье-МП, аппаратно реализующий алгоритмы быстрого преобразования Фурье.

МП характеризуются: полупроводниковой технологией изготовления интегральных схем, составляющих МП, их кол-вом; архитектурой (логич. организацией МП, определяющей процесс обработки информации в конкретном МП и включающей методы кодирования информации, состав, назначение и принципы взаимодействия аппаратурных средств МП); набором инструкций; ёмкостью адресуемой памяти; производительностью; стоимостью и др. [1, 2, 4, 5].

Первый МП — 4-разрядный Intel-4004 (фирма Intel, США) — появился в 1971 в ходе разработки программируемого калькулятора. Он состоял из 4 БИС, мог адресовать 4,5 кбайт памяти и имел 45 инструкций