

УДК 530.1 + 539.1.01

О смысле принципа неопределенности Гейзенберга

Кобзарь Константин Павлович

Новосибирский государственный педагогический университет

кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий

Аннотация

Показано, что принцип неопределенности Гейзенберга, выраженный произведением неопределенностей канонически-сопряженных переменных, фактически характеризует образуемые ими «площади», минимальная из которых соответствует кванту действия. Эти кванты-«площади» отражают «квадратичную» структуру микромира, в которой длина и время могут иметь величины меньше планковских, в то время как планковская плотность превышена быть не может.

Ключевые слова: принцип неопределенности, соотношения неопределенностей, квант, канонически-сопряженные переменные, планковские величины, планковская плотность

UDC 530.1 + 539.1.01

On the Meaning of the Heisenberg uncertainty principle

Kobzar Konstantin Pavlovich

Novosibirsk State Pedagogical University

Ph.D. in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Department of Information systems and technology

Abstract

The Heisenberg uncertainty principle expresses the product of the uncertainties of two conjugate variables. In fact, this principle characterizes the "areas" formed by them, the minimum of which corresponds to the quantum of action. These quantum-"area" reflect the "quadratic" structure of the microcosm, in which length and time can be less than the value of the Planck units, while the Planck density cannot be exceeded.

Keywords: uncertainty principle, the uncertainty relations, quantum, canonically conjugate variables, Planck units, the Planck density

В 1927 г. В. Гейзенбергом в мысленном эксперименте установлены соотношения неопределенностей (принцип неопределенности) [1, с. 209-228] — фундаментальные соотношения квантовой механики, одна из основ физики микромира. По современным представлениям они определяют «предел точности одновременного определения канонически-сопряженных динамических переменных, характеризующих квантовую систему: координата — импульс, действие — угол и т. д.» [2, с. 321], следовательно, они трактуются как ограничение, в данном случае точности. Однако роль принципа Гейзенберга в понимании основ физики микромира может оказаться значительно более существенной. Возможную интерпретацию принципа можно проиллюстрировать на простом примере. В ортогональной системе координат расположен прямоугольник постоянной площади с изменяющейся длиной сторон. Естественно, изменение сторон по одной координате вызывает обратно пропорциональное изменение сторон по другой. Если считать, что измерения возможны с определенной точностью, то чем больше конкретная сторона, тем относительная точность определения выше. Одновременно это означает, что меньшая сторона может быть измерена только с меньшей точностью. Поэтому чем сильнее различаются стороны по двум координатам, тем больше будет различаться точность их определения. Следовательно произведение неопределенностей определения длин сторон прямоугольника будет определять определенную площадь. При стремлении прямоугольника к вырождению в линию мы будем иметь точное знание о длине стороны по одной координате и полное отсутствие информации о длине стороны по второй. Если расширить рассмотренные представления с геометрического на иные пространства, то можно считать, что «площади» могут быть образованы любыми двумя сопряженными величинами. Таким образом, произведение сопряженных величин характеризует образованную ими «площадь». Можно предположить, что имеется некоторая минимальная «площадь», и именно эта «площадь» соответствует кванту действия и характеризует соотношения Гейзенберга.

К вышесказанному требуется существенное уточнение, связанное с необходимостью определить единообразие физических величин. Имеется в виду различие между величинами и обратными им, ведь имеются даже общеупотребительные обратные, например, время и частота, сопротивление и проводимость. Если бы под теплотой мы подразумевали величину обратную принятой, то она изменялась бы также от нуля до бесконечности, и принципиально в смысле самой величины ничего бы не менялось. Отличия проявились бы только в связях этой величины с другими, прежде всего с энергией, и было бы некорректно приравнять энергии величину обратную теплоте. Сказанное становится важным, когда соотносятся

величины, связь между которыми не очевидна, то есть в случае, когда мы не знаем, единообразные это величины или обратные.

Для описания физических процессов и явлений разработан ряд систем единиц, при этом выбор единиц условен. В механике за основные обычно принимаются длина, время и масса. Рассмотрим их возможное единообразие. Считаем, что каждая из них имеет размерность 1, произведение двух дает «площадь» и, соответственно, размерность два, а отношение является коэффициентом пересчета с размерностью 0. Естественно, так же можно определить соотношения и других, производных от них величин. Поскольку современные знания не дают основания считать постоянную c (скорость света в вакууме) или обратную ей $1/c$ величиной дискретной, квантом, можно полагать, что c – это коэффициент пересчета, следовательно, длину и время следует считать единообразными. Квант действия \hbar имеет размерность ml^2/t . Поскольку это квант, то есть «площадь» с суммарной размерностью 2, то и масса получается единообразной с длиной и временем. Планковская плотность с точки зрения анализа размерностей оказывается «неправильной», поскольку имеет отрицательную размерность, следовательно, целесообразно рассматривать обратную ей величину с размерностью 2, являющуюся квантом с значением $2 \times 10^{-95} \text{ м}^3/\text{кг}$.

Таким образом, рассматриваемые представления в совокупности с дискретностью действия, отражаемой его квантованием, показывают, что определяющими в микромире являются не привычные нам длина, время, масса, а их парные сочетания – «площади». При этом величины с размерностью 2 являются квантами и, следовательно, микромир имеет принципиально иную, чем макромир, «квадратичную» структуру.

Результатом рассмотренной гипотезы является вывод об отсутствии отождествляемых с планковскими минимальных величин времени, длины, массы. Минимальными, к тому же квантованными, величинами в микромире должны быть только «площади». Интересно привести мнение П. Г. Бергмана о том, что будущая теория «в конечном счете может привести к изменению современной модели пространства-времени как четырехмерного многообразия» [3, с. 69]. Проведенный анализ можно считать теоретическим подтверждением этого прогноза. При этом самое важное в предлагаемой гипотезе — ее принципиальная проверяемость. Нынешние темпы развития микрофизики позволяют ожидать экспериментального достижения уровня планковских величин в течение ближайших десятилетий, и тогда не нужно будет удивляться, что существуют промежутки длины и времени меньше планковских, в то время как превысить планковскую плотность окажется невозможным.

Библиографический список

1. Гейзенберг В. Избранные труды. М.: Эдиториал УРСС, 2001.
2. Физическая энциклопедия в 5 тт. М.: Большая Российская энциклопедия. Т. 3. 1992.
3. Бергман П.Г. Единая теория поля: вчера, сегодня, завтра / Проблемы физики: классика и современность. М.: Мир, 1982.