УДК 533.9.01

В.М. Сомсиков, А.А. Идрисов, В.И. Капытин
Институт ионосферы, Алматы, 050020, Казахстан
E-mail: vmsoms@rambler.ru

ОГРАНИЧЕНИЯ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯМИ ФОРМАЛИЗМОВ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Абстракт. Предлагается расширение уравнения Шредингера путем снятия ограничений, обусловленных формализмом Гамильтона, на базе которого получено это уравнение. Эти ограничения исключают возможность применения уравнения Шредингера для описания процессов нарушения динамических симметрий. Расширение уравнения Шредингера выполнено на основе принципа дуализма симметрии. Согласно этому принципу динамика систем определяется симметриями системы и пространства. Выводится расширенное уравнение Шредингера из дуального выражения энергии, представленного в операторном виде. В качестве независимых переменных используются микро- и макропеременные, определяющие соответственно динамику микрочастиц квантовой системы относительно ее центра масс и движение центра масс системы в пространстве. Обсуждаются проблемы квантовой механики, связанные со структурностью микрочастиц и изменением их внутренней энергии при сильных взаимодействиях.

Ключевые слова: уравнение Шредингера, принцип дуализма симметрии, дуальная система координат

Введение

Квантовая механика, как, впрочем, и любой другой раздел физики, в своем развитии сталкивается с неизбежными трудностями, которые связаны с ограничениями принципов, постулатов и с упрощениями моделей, используемых при построении физики. В основах квантовой механики лежит уравнение Шредингера [1-4]. Уравнение Шредингера получено, опираясь на принцип наименьшего действия и уравнение Гамильтона – Якоби, которые взяты из классической механики. Поэтому вполне естественно, что ограничения классической механики, связанные с принципом наименьшего действия и уравнением Гамильтона – Якоби, должны привести к ограничениям квантовой механики. К примеру, в классической механике возникают проблемы при попытках решить задачу многих тел или объяснить необратимость наблюдаемых процессов, опираясь за канонические формализмы механики. Причина этих ограничений связана с ее построением на основе моделей тел, состоящих из МТ и использованием гипотезы о голономности связей при получении уравнения Лагранжа [5-7]. Логично предположить, что природа ограничений квантовой механики, основы которой берут начало в классической механике, также должна быть связана с подобными причинами. Поэтому и подход к снятию этих ограничений должен быть аналогичным подходу, который мы использовали для расширения классической механики.

В квантовой механике имеется достаточно широкий круг проблем [8]. Часть из них связана с уравнением Шредингера. Уравнение Шредингера обратимо и линейно. Именно это приводит к значительным трудностям использования уравнения Шредингера при описании процессов в квантовых системах, которые происходят, например, при их взаимодействиях [9]. С такими процессами, в частности, связано нарушение симметрии, обусловленное нелинейным взаимодействием систем или возникающее при движении системы в неоднородных полях внешних сил [10-14]. Поэтому представляет существенный интерес рассмотреть, как и к каким ограничениям квантовой механики привели ограничения принципа наименьшего действия, уравнения Гамильтона-Якоби, на основе которых построено уравнение Шредингера, и как снять эти ограничения. Как будет показано, это поможет получить расширенное уравнение Шредингера, применимое для описания нелинейных эффектов взаимодействия систем. С этой целью кратко изложим основополагающие наблюдаемые свойства квантовых частиц, идеи и принципы, которые легли в основу квантовой механики. Затем поясним, каким образом на их основе получено классическое уравнение Шредингера. Это поможет увидеть, как и на каких этапах вывода уравнения Шредингера ограничения классической механики трансформировались в ограничения квантовой механики. Затем рассмотрим, каким образом можно снять эти ограничения. В процессе поиска расширения уравнения Шредингера путем снятия ограничений, будем опираться на существование предельного перехода от квантовой к классической механики, и пользоваться гипотезой о подобии коллективных свойств систем классической и квантовой механик. Используя ПДС, предложим вывод расширенного уравнения Шредингера, которое приемлемо для описания нелинейных процессов взаимодействия квантовых систем.

Исходные положения квантовой механики

Квантовая механика возникла в результате необходимости объяснения экспериментально обнаруженных эффектов квантования энергии и корпускулярно-волнового дуализма, характеризующих поведение микрочастиц [1, 9]. Оказалось, что микрочастицы сочетают в себе свойства обычных частиц и волн. Эти свойства определяют их необычную для систем классической механики динамику [35-38].

Квантование связывают с дискретными состояниями атомных систем. Квантово-волновой дуализм проявил себя в том, что отдельная микрочастица при ее регистрации, например, с помощью фотопластинки, попадает в отдельную точку пластинки, как и обычная частица. Но при этом сама точка попадания микрочастицы на поверхность фотопластинки не определяется уравнениями механики или электродинамики. Как показали эксперименты, пространственное распределение этих точек потока микрочастиц описывается волновым уравнением.

В соответствии с выполненными к тому времени экспериментами по изучению динамики микрочастиц, каждой микрочастице можно приписать энергию и импульс соответственно [2-4]:

$$E = h\nu = \hbar\omega, \tag{1}$$

$$p = h\nu / c = 2\pi\hbar / \lambda. \tag{2}$$

Здесь $\hbar = h / 2\pi$ - постоянная Планка; c - скорость света; $\omega = 2\pi\nu$ - круговая частота; λ длина волны де - Бройля.

Глубокий анализ имеющихся к тому времени экспериментальных результатов исследований динамических свойств микрочастиц привел Шредингера к мысли, что их динамика описывается не уравнением движения Ньютона, а волновым уравнением. Решением этого волнового уравнения является волновая функция $\psi(r,t)$ [1]. То есть, в связи с квантово-волновым дуализмом микрочастицам можно поставить в соответствие некоторое волновое поле, определяющее их пространственное распределение. Амплитуда этого поля зависит от координат и времени. Поэтому его и выражают через так называемую волновую функцию $\psi(r,t) \equiv \psi(x,y,z,t)$. Тогда величина $|\psi(x,y,z,t)|^2 dV$ означает вероятность обнаружить частицу в момент времени t в элементе объема dV. Это можно записать так: $dW = |\psi(x,y,z,t)|^2 dV$.

Волновая функция одной свободной микрочастицы имеет вид плоской монохроматической волны, так называемой волны де - Бройля [1-4]:

$$\psi_i(r,t) = Ae^{i(kr-\omega t)/h} = Ae^{i(pr-Et)/h}, \tag{3}$$

где $k = p / h$.

Как следует из экспериментов, последовательное рассеяние микрочастиц, например, на кристаллической решетке, полностью эквивалентно одновременному рассеянию потока микрочастиц. В соответствии с этими результатами волновая функция совокупности микрочастиц должна удовлетворять принципу суперпозиции.

Вследствие волновых свойств динамики микрочастиц, имеет место, так называемое, соотношение неопределенности Гейзенберга. Оно записывается следующим образом:

$$\Delta p \Delta r \geq \hbar. \tag{4}$$

Принцип неопределенности (4) играет фундаментальную роль не только в квантовой механике, но и во всей физике. Его можно трактовать, как невозможность полного описания физических процессов в микромире.

Существует, по крайней мере, два подхода к трактовке принципа неопределенности. Бор утверждал, что его следует принять, как реальное проявление природы, не пытаясь искать ему объяснения. Эйнштейн же его рассматривал, как ограничение, или недостаток самой теории. Мы покажем, что существует еще одна возможное объяснение принципа неопределенности. Оно связано со структурностью материи на всех ее иерархических уровнях [14]. Это объяснение соответствует точке зрения Эйнштейна.

Опираясь на эти, а также другие результаты исследований де-Бройля, Шредингером было получено уравнение для волновой функции микрочастицы. Это уравнение выведено на основе формализма Гамильтона для МТ с учетом квантово-волнового дуализма. Ключевыми идеями, связывающими классическую механику и квантовую механику, явилось то, что действие S в классической механике, с точностью до постоянного множителя, равно постоянной Планка и совпадает с фазой волны, а частота и длина волны связаны с энергией и импульсом в соответствии с уравнениями (1) и (2).

Существует несколько способов вывода уравнения Шредингера [1-4]. К примеру, в [2] уравнение Шредингера конструируется, исходя из вида волновой функции (3). Но наиболее логичный способ, позволяющий понять взаимосвязь уравнения Шредингера с природой квантово-волнового дуализма микрочастиц и классической механикой, принадлежит самому Шредингеру. Поэтому ниже кратко охарактеризуем те физические идеи, которые привели Шредингера к его уравнению. Это в дальнейшем также поможет разобраться в ограничениях уравнения Шредингера, которые естественным образом проистекают из ограничений классической механики.

Действие в классической механике определяется формулой [5, 6]:

$$S=\int_{t_0}^{t}(T-U)dt \tag{5}$$

Здесь T - кинетическая энергия, U - потенциальная энергия, t - время.

В соответствии с принципом наименьшего действия, вариация (5) равна нулю. Шредингер обратил внимание на очень важное соответствие уравнения Гамильтона-Якоби [1] и уравнения геометрической оптики. Оно заключается в том, что действие S эквивалентно фазе волны (см. уравнение Гамильтона-Якоби). Отталкиваясь от этого, он предложил перейти к волновой механике, воспользовавшись (1-3) и тем, что для волновой функции (3), фаза которой с точностью до постоянного множителя совпадает с действием, справедливо уравнение:

$$u^2\nabla^2\psi(r,t)-\partial^2\psi(r,t)/\partial t^2=0, \tag{6}$$

Если в уравнении (6) подставим $u=E/\sqrt{2m(E-U)}$, m - масса микрочастицы, а также учтем, что $\partial^2\psi(r,t)/\partial t^2=-\omega^2\psi(r,t)$, $E\psi(r,t)=\hbar\partial\psi(r,t)/\partial t$, то придем к уравнению [1-4]:

$$i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\psi=\left\{-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2+U(r,t)\right\}\psi \tag{7}$$

Это и есть волновое уравнение Шредингера для волны де - Бройля одной микрочастицы, которую по аналогии с классической механикой в дальнейшем будем для краткости называть МТ.

Уравнение (7) линейно. Для него выполняется принцип суперпозиции, наблюдаемый при рассеяниях микрочастиц на решетках. Оно имеет первый порядок по времени. То есть, волновая функция для МТ однозначно определяется своим начальным значением. Это называется принципом причинности.

Как и в случае уравнения движения в классической механике, уравнение Шредингера также можно получить из выражения полной энергии МТ. Для этого энергию и импульс следует заменить соответствующими им операторами. Тогда можно формально получить уравнение Шредингера для системы МТ. Оно будет иметь вид [3]:

$$\begin{gathered}\{i\hbar\frac{\partial}{\partial t}+\sum_{i=1}^{N}[\frac{\hbar^2}{2m_i}\nabla_i^2-U(r_i,t)]-\\-W_{\text{int}}(r_1,r...r_N)\}\psi(r_1,r_2,....r_N,t)=0\end{gathered} \tag{8}$$

Здесь $W_{\text{int}}(r_1\,,\ r\ ...r_N)$ - энергия взаимодействия МТ, зависящая только от расстояния между ними; $i = 1,\ 2...N$.

Подчеркнем, что уравнение (8) шире, чем уравнение (7), поскольку оно справедливо и для случая взаимодействующих МТ. Если же взаимодействия отсутствуют, то есть движение каждой МТ происходит независимо от других МТ, то для стационарного случая решение уравнения (8) можно представить в виде произведения волновых функций для каждой МТ: $\psi = \psi_1(r_1)\psi_2(r_2)\ \psi_N(r_N)$. Это означает что решение для всех МТ равно сумме решений для каждой МТ. Это соответствует уравнению (7).

При решении уравнения (8) возникает проблема, аналогичная проблеме решения задачи многих тел в классической механике. Переменные уравнения (8) в общем случае не расцепляются. Природа зацепления переменных в уравнение (8) подобна природе зацепления переменных при движении системы МТ в неоднородном поле сил. Наше исходное утверждение заключается в том, что **для описания системы взаимодействующих микрочастиц, как и в случае классической механики, уравнение (8) должно быть преобразовано в соответствии с ПДС.** То есть, энергию квантовой системы следует задавать инвариантной суммой ее энергии движения в пространстве и внутренней энергии. Основанием для такого преобразования служат следующие утверждения. Нами было установлено, что согласно законам классической механики материя делится до бесконечности, то есть, все элементы, включая микрочастицы, являются структурированными. Отметим, что пока не существует экспериментов, которые бы свидетельствовали против этого факта. Это позволяет предположить, что и в квантовой механике все микрочастицы являются структурированными. В пользу такого предположения говорят следующие факты. Так, согласно квантовой механике, во-первых, энергия основного состояния микрочастицы отлична от нуля, во-вторых, энергия основного состояния квантового осциллятора также отлична от нуля. При этом величина энергии основного состояния определяется принципом неопределенности (4). Эти факты непротиворечивым образом согласуются между собой, если только принять, что все микрочастицы структурированы и потому обладают внутренней энергией, а их минимальная величина определяется постоянной Планка. Кроме того, необходимость такого представления энергии в квантовой механике подтверждается тем фактом, что, только используя дуальный вид энергии, удается решать задачу квантового осциллятора. В классической механике трансформация энергии движения во внутреннюю энергию определяет диссипативные процессы, которые составляют сущность второго закона термодинамики для достаточно больших систем, близких к равновесию. Естественно предположить, что и для квантовой механики это будет аналогично.

Чтобы представить уравнение Шредингера в соответствии с ПДС его необходимо переписать в ДСК в микро – и макропеременных. Покажем, как уравнение (8) преобразуется в ДСК. Сначала рассмотрим систему двух МТ, поскольку для этой системы существуют частные решения уравнения Шредингера. Для системы из двух взаимодействующих МТ, то есть для осциллятора, в стационарном случае, когда взаимодействие между МТ зависит от расстояния между ними, уравнение (8) имеет вид [3]:

$$\begin{aligned}&\{E+[\frac{\hbar^2}{2M}\nabla_R^2-U\,(r,\,R,\,t)]+\\&+[\frac{\hbar^2}{2\mu}\nabla_r^2-W_{\text{int}}(r)]\}\,\psi(r,R)=0\end{aligned}\tag{9}$$

Здесь $M = m_1 + m_2$, $\mu = m_1 m_2 / (m_1 + m_2)$, $R = (m_1 r_1 + m_2 r_2)/(m_1 + m_2)$, $r = r_1 - r_2$, $E_{\text{int}}(r)$ - внутренняя энергия системы, $E_{cm}(R)$ - энергия движения ЦМ системы, причем $E_{\text{int}}(r,t) + E_{cm}(R,t) = E$. При условии $m_1 = m_2$ можно записать:

$$U(r,R,t)=U(R+r/2,t)+U(R-r/2,t).$$

Уравнение (9) получено путем перехода в систему ДСК, то есть к независимым макро- и микропеременным, которые характеризуют движение ЦМ осциллятора и движение каждой МТ относительно ЦМ.

При условии однородности внешнего поля сил или при его отсутствии, в ДСК переменные разделяются, и волновую функцию можно записать в виде произведения двух независимых волновых функций: $\psi(r,R)=\varphi(r)\,\psi(R)$. В этом случае $U(r,R,t)=U(R,t)$ и уравнение (9) распадается на два независимых уравнения [3]:

$$\{E_{\mathrm{int}}(r)+\frac{\hbar^2}{2\mu}\nabla_r^2-W(r)\}\varphi(r)=0 \qquad (10)$$

$$\{E_{cm}(R)+\frac{\hbar^2}{2M}\nabla_R^2-U(R,t)\}\,\psi(R,t)=0 \qquad (11)$$

Уравнение (10) определяет относительное движение МТ в системе ЦМ. Его решение соответствует решению квантового осциллятора для случая, когда оператор Гамильтона имеет форму [3]:

$\hat{H}=\frac{1}{2}(\frac{p^2}{\mu}+\mu\omega^2\hat{r})$, где $\hat{p},\hat{r}$ - операторы импульса и координат, ω - собственная частота осциллятора. То есть, уравнение (10) описывает волновую функцию микрочастиц внутри системы.

Уравнение (11) определяет движение ЦМ осциллятора в пространстве. При отсутствии внешнего поля сил его решение имеет вид: $\psi(R)=\exp(\frac{i}{\hbar}PR)$, где $P=\sqrt{2ME_{cm}}$.

Ранее нами было показано, что макро- и микропеременные образуют группы независимых переменных. Но при взаимодействии систем, или при движении системы в неоднородном поле сил, эти переменные зацепляются через силовые члены. В результате, как и в классической механике, инвариантом является суммы энергии движения системы и ее внутренней энергии. При этом характер нарушения симметрии полностью определяется нелинейными членами, содержащими в себе микро- и макропеременные и описывающими взаимную трансформацию энергии движения системы и внутренней энергии при условии сохранения их суммы [14]. Это означает, что в общем случае для уравнения (8) принцип суперпозиции решений для каждой микрочастицы не выполняется из-за наличия внешнего поля сил и из-за взаимодействий между микрочастицами системы.

О расширении уравнении Шредингера для систем

Таким образом, чтобы описать процессы возникновения систем, их эволюции, в которых происходит нарушение групповых симметрий, необходимо опираться на полную энергию системы, записанную в соответствие с ПДС в макро- и микропеременных. Для этого в ДСК энергию системы микрочастиц с помощью операторов энергии представляем в виде суммы энергии движения и внутренней энергии. Для квантовой механики это означает, что оператор Гамильтона должен быть представлен в виде операторов, описывающих внутреннюю динамику системы и операторов, определяющих ее движение, в общем случае, в неоднородном пространстве. Тогда, заменив энергию и импульсы системы, а также ее элементов на операторы, получим нестационарное уравнение Шредингера в ДСК. Оно будет иметь вид:

$$\begin{aligned}&\{i\hbar\frac{\partial}{\partial t}+\frac{\hbar^2}{2M}\nabla_R^2-U(\tilde{r}_1,\tilde{r}_2,....\tilde{r}_N,R,t)+\\&+\sum_{i=1}^{N}[\frac{\hbar^2}{2m}\nabla_{\tilde{r}_i}^2-W_{\mathrm{int}\,i}(\tilde{r}_i)]\}\psi(\tilde{r}_1,\tilde{r}_2,..\tilde{r}_N,R,t)=0\end{aligned} \qquad (12)$$

Здесь R - координаты ЦМ системы. Координаты $\tilde{r}_i$ - это координаты i - частицы относительно ЦМ системы, где $i=1,2,3...N$.

Для стационарного случая уравнение (12) имеет вид:

$$\begin{aligned}&\{E+\frac{\hbar^2}{2M}\nabla_R^2-U(\tilde{r}_1,\tilde{r}_2,....\tilde{r}_N,R,t)+\\&+\sum_{i=1}^{N}[\frac{\hbar^2}{2m}\nabla_{\tilde{r}_i}^2-W_{\mathrm{int}\,i}(\tilde{r}_i)]\}\,\psi(\tilde{r}_1,\tilde{r}_2,...\tilde{r}_N,R,t)=0\end{aligned}, \qquad (13)$$

В случае, если внешнее поле однородно, волновая функция уравнения (13) представляет собой произведение волновых функций для каждой МТ и для всей системы. При отсутствии зацепления переменных полная энергия будет представлять собой сумму энергии, соответствующей движению всей системы и внутренней энергии соответственно, то есть, $E=E_{\mathrm{int}}+E_{cm}$. В этом случае уравнение (13) распадается на два уравнения:

$$\{E_{cm}+\frac{\hbar^2}{2M}\nabla_R^2-V(R)\}\phi(R)=0 \qquad (14)$$

$$\{E_{\mathrm{int}}+\sum_{i=1}^{N}[\frac{\hbar^2}{2m}\nabla_{\tilde{r}_i}^2-W_{\mathrm{int}\,i}(\tilde{r}_i)]\}\varphi(\tilde{r}_1,\tilde{r}_2,....\tilde{r}_N,t)=0 \qquad (15)$$

где $\psi(\tilde{r}_1,\tilde{r}_2,....\tilde{r}_N,R)=\phi(R)\,\varphi(\tilde{r}_1,\tilde{r}_2,...\tilde{r}_N)$,

$U(\tilde{r}_1,\tilde{r}_2,...\tilde{r}_N,R)=W(\tilde{r}_1,\tilde{r}_2,.\,\tilde{r}_N)+V(R)$

В общем случае неоднородного поля внешних сил переменные в уравнении (13) зацепляются, что обусловлено наличием во внешних силах членов, одновременно зависящих от микро- и макропеременных. Зацепление переменных означает нарушение симметрии времени, поскольку в этом случае нарушается инвариантность энергии движения системы в пространстве. Если $\tilde{r_i} / R$ является малым параметром, то уравнения (14) можно пытаться решать путем разложения по этому параметру.

Заключение

Ограничения классической механики, связанные с условием консервативности, и голономности связей в системах, автоматически определяют ограничения уравнения Шредингера, построенного на основе принципа наименьшего действия. В частности, уравнение Шредингера справедливо для одной микрочастицы или для совокупности независимых частиц. То есть, уравнение Шредингера нельзя использовать без модификаций для описания нелинейных взаимодействий квантовых систем, которые приводят к изменениям их внутренних энергий за счет энергий движения систем.

Чтобы снять ограничения уравнения Шредингера, вытекающие из ограничений классической механики, нужно в соответствии с ПДС, прежде всего, с помощью операторов энергии записать гамильтониан системы в микро- и макропеременных. В этом случае гамильтониан распадется на две части. Микропеременные определяют динамику микрочастиц внутри системы относительно ЦМ, а макропеременные определяют движение системы микрочастиц в пространстве. Записав гамильтониан в операторном виде, получим расширенное уравнение Шредингера (12). Оно уже применимо для описания нелинейных процессов нарушения трансляционной симметрии при движении системы микрочастиц в неоднородных полях сил или при взаимодействии систем. Нарушение симметрии будет определяться нелинейными членами, одновременно зависящими от микро- и макропеременных.

Нелинейным членам, определяющим нарушение динамических симметрий, как и в случае классической механики, можно поставить в соответствие Д-энтропию. Но здесь есть особенности. Чтобы их пояснить, рассмотрим взаимодействие частиц, для которых необходимо учитывать квантовые эффекты. Например, рассеяние высокоэнергетического потока электронов на нуклонах. Пусть в результате достаточно сильных взаимодействий возникают новые частицы. Это означает, что возникнут изменения во внутренней энергии продуктов взаимодействия при условии, что полная энергия системы взаимодействующих частиц постоянна. Так как в этом случае энергия движения системы уменьшается из-за его преобразования во внутреннюю энергию, наблюдается нарушение симметрии времени. То есть, имеет место условие $A^d \geq h$ [15], где A^d - правая часть принципа наименьшего действия, отличная от нуля из-за нелинейного взаимодействия. Природа принципа неопределенности может быть обусловлена преобразованием энергии взаимодействия частиц во внутреннюю энергию продуктов реакции. В соответствии с принципом неопределенности для нелинейной системы будем иметь: $A^d \geq h$ [15]. Отсюда возникают следующие вопросы. Как нарушение динамических симметрий соотносится с принципом неопределенности Гейзенберга? Как это связано с бесконечной делимостью материи, то есть с тем, что любая частица обладает внутренней энергией? Можно ли принцип неопределенности обусловлен тем, что точность определения динамики частицы не может превышать точность определения энергии движения в каждой точке фазового пространства, которая ограничивается величиной изменения внутренней энергии система? Эти вопросы касаются вопросов области применения и ограничения уравнений квантовой механики.

Таким образом, задача механики многих тел, квантовой механике, физике элементарных частиц, проблемы симметрии в процессах взаимодействия частиц и так далее, требуют анализа с позиции ПДС. Это следует из того факта, что все частицы, в том числе так называемых элементарных частиц, имеют структуру. Точное описание характера взаимодействия систем, их динамика невозможно без учета нелинейного преобразования энергии движения системы и их внутренней энергии.

Список литературы

1. Schrödinger A. An undulatory theory of the mechanics of atoms and molecules. // Physical Review. –V28. No 6. 1926. –P. 1049-1070.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Наука, М.: 1989, 767 с.
3. Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.А. Курс теоретической физики II. М., Из-во Физ.-мат. Литература. 1962, 820 с.
4. Зелевинский В.Г. Лекции по квантовой механике. Новосибирск: Сибирское универ. изд-во. 2002 г., 504 с.
5. Ланцош К. Вариационные принципы механики. – М.: Мир, 1962. – 408 с.
6. Голдстейн Г. Классическая механика. – М.: Наука, 1975. – 416 с.
7. Somsikov V.M. Transition from the mechanics of material points to the mechanics of structured particles. Modern Physics Letters B. 21.01.16. p.1-11.
8. Гринштейн Дж. Зайонц А. Квантовый вызов. Современные исследования оснований квантовой механики. Долгопрудный. Интеллект. 2012. 432 с.
9. Клейн М.Дж. Макс Планк и начало квантовой теории. // УФН. – 1967. – Т. 92, № 4. – С. 679-700.
10. Вигнер Е. Симметрия и законы сохранения. // УФН. – 1964. – Т. LXXX111, №.4. – С. 729-740.
11. Вигнер Е. Нарушение симметрии в физики. // УФН. – 1966. – Т. 89, №. 3. – С. 453-466.
12. Джорджи Х. Единая теория элементарных частиц и сил. // УФН. – 1982. – Т.136, № 2.– С.287-316.
13. Мак Вой К. Группы симметрии в физике. // УФН. – 1967. – Т. 91, № 1. – С. 121-150.
14. Сомсиков В.М. От механики Ньютона к физике эволюции. Монография. Алматы. 2014. 272 с.
15. Somsikov V.M.Limitation of classical mechanics and waysit’s expansion. PoS (Baldin ISHEPP XXII-047).JINR, Dubna.2014. p.1-12

Принято в печать 06.02.2016

В.М. Сомсиков, А.А. Идрисов, В.И. Капытин

Институт ионосферы, Алматы, 050020, Казахстан

E-mail: vmsoms@rambler.ru

ОГРАНИЧЕНИЯ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯМИ ФОРМАЛИЗМОВ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Абстракт. Предлагается расширение уравнения Шредингера путем снятия ограничений, обусловленных формализмом Гамильтона, на базе которого получено это уравнение. Эти ограничения исключают возможность применения уравнения Шредингера для описания процессов нарушения динамических симметрий. Расширение уравнения Шредингера выполнено на основе принципа дуализма симметрии. Согласно этому принципу динамика систем определяется симметриями системы и пространства. Выводится расширенное уравнение Шредингера из дуального выражения энергии, представленного в операторном виде. В качестве независимых переменных используются микро- и макропеременные, определяющие соответственно динамику микрочастиц квантовой системы относительно ее центра масс и движение центра масс системы в пространстве. Обсуждаются проблемы квантовой механики, связанные со структурностью микрочастиц и изменением их внутренней энергии при сильных взаимодействиях.

Ключеваые слова: уравнение Шредингера, принцип дуализма симметрии, дуальная система координат

В.М. Сомсиков, А.А. Идрисов, В.И. Капытин
Ионосфера институты, Алматы, 050020, Қазақстан
vmsoms@rambler.ru

КЛАССИКАЛЫҚ МЕХАНИКА ФОРМАЛИЗМЫНЫҢ ШЕКТЕУЛЕРІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ КВАНТТЫҚ МЕХАНИКАНЫҢ ШЕКТЕУЛЕРІ

Түйін. Гамильтон формализмінің шектеулеріне байланысты, осы теңдеуді алған негізінде шектеулерді алып тастау арқылы Шредингер теңдеуінің кеңейтілген түрі ұсынылады. Бұл шектеулерге динамикалық симметрияны бұзатын процестерді сипаттау үшін Шредингер теңдеулерінің пайдалану мүмкіндігі кіреді. Кеңейтілген Шредингер теңдеуі симметрия дуализмінің принципі негізінде қанағаттандырылады. Бұл принципке сәйкес жүйенің динамикасы жүйе мен кеңістік симметриялары анықталады. Кеңейтілген Шредингер теңдеуі оператор ретінде энергияның дуальды түрінде білдіріледі. Тәуелсіз айнымалылар ретінде кеңістіктегі масса орталығының қозғалысының оның орталығына қатысты тиісінше кванттық жүйедегі микробөлшектердің динамикасын анықтайтын микро- және макроайнымалылар қолданылады. Микробөлшектердің құрылымдығын және күшті әсерлесу кезіндегі ішкі энергиясының өзгеруіне байланысты кванттық механика мәселелері талқыланады.

Түйінді сөздер: теңдеу Шредингер теңдеуі, симметрия дуализмінің принципі, қос координаттар жүйесі

V.M. Somsikov, A.A. Idrissov, V.I. Kapytin
Ionosphere Institute, Almaty, 050020, Kazakhstan
E-mail: vmsoms@rambler.ru

LIMITATIONS OF QUANTUM MECHANICS BY RESTRICTIONS FORMALISM OF CLASSICAL MECHANICS

Abstract. Broadening the Schrödinger equation by removing the limitations imposed by the formalism of Hamilton, based on which this equation received is submitted. These limitations preclude the use of the Schrödinger equation to describe the dynamical symmetry violation. The expansion of the Schrödinger equation is realized based on the principle of duality symmetry. According to this principle the dynamic of the systems determined by the symmetry of the system and space. The extended Schrödinger equation was obtained from the dual expression of energy, represented in operator form. The independent micro and macro variables that determine respectively the dynamics of micro-particle quantum system relative to its center of mass and the movement of the center of mass in space are used. The problems of quantum mechanics, due to the structural change of micro particles and the internal energy of the strong interactions are discussed.

Keywords: Schrödinger equation, the principle of duality symmetries, dual coordinate system.