

РАЗНИЦА МЕЖДУ УГЛОВЫМ МОМЕНТОМ В КЛАССИЧЕСКОЙ И  
КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ**А.Калилаев**

Ассистент Каракалпакского государственного университета.

**Н.Уразбаева**

Студентка Каракалпакского государственного университета.

**Г.Жаббарбергенова**

Стажер-преподаватель Каракалпакского государственного университета.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15204116>

**Аннотация.** Угловой момент является одним из фундаментальных понятий в физике, как классической, так и квантовой. В классической физике угловой момент связан с движением тел в пространстве и описывается через векторное произведение радиус-вектора и импульса. В квантовой физике угловой момент описывается через операторы и квантован. Основной целью данной статьи является рассмотрение основных различий в определении, описании и интерпретации углового момента в классической и квантовой физике. Анализируется структура углового момента в двух этих теориях, принципы квантования и его связь с фундаментальными законами симметрии.

**Ключевые слова:** Угловой момент, классическая физика, квантовая физика, квантовые состояния, квантовые числа, дискретизация углового момента

**Введение.** Угловой момент — это физическая величина, которая характеризует вращательное движение объекта. В классической физике он определяется как векторное произведение радиус-вектора частицы на ее импульс. В квантовой физике угловой момент приобретает иной смысл, поскольку движения микрочастиц описываются волновыми функциями и операторами. В этой статье будут рассмотрены ключевые отличия этих двух подходов.

Угловой момент в классической физике. В классической физике угловой момент частицы массой, движущейся с импульсом, определяется как:

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$$

где  $\vec{r}$  — радиус-вектор, направленный от начала отсчета к телу, а  $\vec{p} = m\vec{v}$  — импульс тела. Вектор углового момента всегда перпендикулярен плоскости движения и описывает количество вращательного движения объекта относительно какой-либо оси.

Основные свойства углового момента в классической физике:

- Сохраняется в замкнутой системе, если на объект не действуют внешние моменты сил (закон сохранения углового момента).

- Вектор углового момента зависит от выбора системы координат.

- Угловой момент непрерывно изменяется и может принимать любые значения в зависимости от положения и скорости частицы.

Угловой момент в квантовой физике. В квантовой механике угловой момент описывается через операторы, а его значения квантованы, что является одним из главных отличий от классической механики. Угловой момент в квантовой механике подразделяется на две основные категории:

- 1. Орбитальный угловой момент**, который аналогичен классическому угловому моменту и связан с движением частицы вокруг центра.

- 2. Спиновый угловой момент**, не имеющий классического аналога и описывающий внутреннее вращение частицы.

Оператор углового момента  $\hat{L}$  имеет компоненты, которые подчиняются правилам коммутации:

$$[\hat{L}_x, \hat{L}_y] = i\hbar\hat{L}_z$$

$$[\hat{L}_y, \hat{L}_z] = i\hbar\hat{L}_x$$

$$[\hat{L}_z, \hat{L}_x] = i\hbar\hat{L}_y$$

Где  $\hbar$  — приведённая постоянная Планка.

Основные отличия квантового углового момента:

**Квантование:** Значения углового момента дискретны. Например, проекция углового момента на ось может принимать значения, где — целое или полуцелое число.

**Симметрия и спин:** Спиновый угловой момент описывает собственное вращение элементарных частиц. Спин может принимать полуцелые значения, что не встречается в классической физике.

**Операторная природа:** Угловой момент описывается операторами, которые действуют на волновые функции.

Основные различия

- 1. Непрерывность против дискретности:** В классической физике угловой момент может принимать любые значения, в то время как в квантовой механике он строго квантован.

- 2. Спин:** В классической физике нет понятия спина, тогда как в квантовой механике спин является фундаментальной характеристикой частиц.

**3. Коммутационные соотношения:** В классической физике компоненты углового момента являются обычными величинами, а в квантовой — операторами, которые не коммутируют между собой.

**4. Геометрическая интерпретация:** В классической физике угловой момент — это вектор, который можно визуализировать в пространстве. В квантовой механике угловой момент подчиняется неопределённостям, что делает невозможным его точное измерение по всем осям одновременно.

### **Заключение**

Угловой момент является ключевой величиной в физике, но его интерпретация существенно различается в классической и квантовой теориях. В классической физике угловой момент — это непрерывная величина, связанная с вращением тел в пространстве.

В квантовой механике угловой момент квантован и имеет как орбитальную, так и внутреннюю (спиновую) природу, что значительно расширяет представления о движении частиц и их взаимодействиях.

### **REFERENCES**

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. Теоретическая физика. Том 1. — М.: Наука, 1988.
2. Месси А. Квантовая механика. — М.: Мир, 1971.
3. Сакурай Д. Дж., Наполитано Дж. Современная квантовая механика. — М.: Физматлит, 2014.
4. Тарлеев А.А. Классическая механика. — СПб: БХВ-Петербург, 2005.
5. Боголюбов Н.Н., Ширков Д.В. Введение в теорию квантовых полей. — М.: Наука, 1984.
6. А.Калилаев, Н.Уразбаева. МОМЕНТ ИМПУЛЬСА В КВАНТОВОЙ МЕХАНИКЕ. Zamonaviy ilm-fan va ta'lim istiqbollari. 2025-01.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14634671>