

**О СРЕДНИХ ЧИСЛАХ ОДИНАКОВЫХ (МИКРО)ОБЪЕКТОВ  
В ИХ  $N_S \geq 3$  ВОЗМОЖНЫХ (ПРОСТРАНСТВЕННЫХ) СОСТОЯНИЯХ  
И С ВЕРОЯТНОСТНЫМИ ПЕРЕХОДАМИ МЕЖДУ НИМИ  
В СИСТЕМЕ ИЗ ПОСТОЯННОГО ЧИСЛА ЭТИХ (МИКРО)ОБЪЕКТОВ**

В.В. Скобелев

*Московский политехнический университет, г. Москва, Россия*

Анализируется система, состоящая из неизменного числа  $N$  тождественных объектов, каждый из которых может находиться в  $N_S \geq 3$  состояниях, связанных между собой по определению вероятностными соотношениями. Найдены величины этих вероятностей, а также средние числа объектов в состояниях и их минимально и максимально возможные значения, определяющие диапазоны изменения этих величин. В частности, результаты применимы в физике микрообъектов (например, атомов), существующих также и в гипотетических пространствах с числом измерений  $D > 3$  (в том числе при значениях  $D = 5, 9$ , фигурирующих в некоторых моделях теории поля). Кроме этого чисто научного значения, работа представляет и методический интерес как иллюстрация основных положений теории вероятностей применительно к решаемой в ней проблеме с возможным вкладом в комбинаторику.

**Ключевые слова:** микрообъекты, вероятностные переходы, атомы, пространственные состояния, средние числа.

### Введение

Побудительным мотивом к данной работе послужили появившиеся в последние десятилетия экспериментальные данные [1–4] по получению пространственно-одномерных ( $D = 1$ ) и двумерных ( $D = 2$ ) атомов с соответствующей электронной структурой из первоначально трехмерных ( $D = 3$ ). С другой стороны, в принципе не исключено существование атомов в гипотетических пространствах с большим, чем  $D = 3$ , числом измерений. Такая задача ставилась и теоретически решалась в литературе (см., например, [5] и ссылки в ней). Концепция пространств с числом измерений  $D > 3$  оказывается востребованной и в современных физических теориях (струны и суперструны [6–8]), а также при построении моделей ранней Вселенной [8].

В связи с этим весьма естественной представляется формулировка математической модели таких систем, состоящих из одинаковых объектов (например, атомов), в которых их переход из одного состояния (например, пространственного, применительно к упомянутой выше ситуации) в другое при неизменном числе этих объектов обусловлен существующими в системе по определению вероятностями таких переходов.

Применение даже простейших методов теории вероятностей [9] может привести к нетривиальным результатам при исследовании этой проблемы. Целью данной работы и является попытка построения такой общей модели. Сначала необходимо обозначить постановку задачи:

1. Имеется система из  $N = \text{const}$  тождественных (микро)объектов (например, атомов: в последующем, имея в виду исходную предпосылку данной работы, а также для простоты иногда используется именно этот термин «атом» вместо «объект» или «микрообъект»).

2. Каждый из них может находиться в одном из  $N_S \geq 3$  состояний, которым можно присвоить «номера (№)»  $i = 1, 2, \dots, N_S$ . В частности, в упомянутом выше «случае собственно атомов» с различными пространственными конфигурациями их электронных структур эти «№№» можно выбрать совпадающими «с размерностями пространств»  $D = 1, 2, \dots$ .

3. По определению существуют вероятности  $W(i \rightarrow j)$  перехода объектов из состояния «с №  $i$ » в состояние «с №  $j \neq i$ ».

4. Как следствие, возможны «двойные тождественные переходы»  $i \rightarrow k \rightarrow i$  без изменения «начального»  $i$  и «с промежуточным» состоянием  $k$  (и с последующим переходом  $i \rightarrow j$ ). Очевидно, они происходят с вероятностью

$$W_{ik} = W(i \rightarrow k) W(k \rightarrow i), \quad k \neq i, \quad (1)$$

причем возможно и значение  $k = j$ .

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>