

УДК 501

## ВОЗМОЖНЫЕ ЛИНЕЙНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ АДДИТИВНОГО СВОЙСТВА КОМПЛЕКСНОГО ОБЪЕКТА ОТ ЕГО РАЗМЕРНОСТИ

**Иванов В.В.**

*ФГУП ОКТЕ «ОРИОН», Новочеркасск, e-mail: valivanov11@mail.ru*

Обсуждаются возможные линейные зависимости аддитивного свойства некоторого комплексного объекта от его размерности. Предполагается, что комплексный объект характеризуется некоторым структурным состоянием, включающим кристаллическую, наноразмерную и фрактальную компоненты. Для каждого компонента структурного состояния комплексного объекта введен соответствующий условный размерный параметр. Считается, что обобщенное аддитивное свойство комплексного объекта определяется отношением его условного размерного параметра и мерности пространства, в котором он существует. Для случаев однородного и неоднородного структурированного пространства определенной мерности получены возможные простые зависимости аддитивного свойства комплексного объекта от его размерного параметра.

**Ключевые слова:** структурное состояние, удельная характеристика, размерный параметр объекта, структурированное пространство, гиперпространство.

## THE POSSIBLE LINEAR DEPENDENCES OF THE ADDITIVE PROPERTY OF THE SOME COMPLEX OBJECT FROM ITS DIMENSION

**Ivanov V.V.**

*FGUE SDTU «ORION», Novocherkassk, e-mail: valivanov11@mail.ru*

The possible linear dependences of the additive property of the some complex object from its dimension are discussed. In fact that some structural state which included the crystal, nano-dimensional and fractal components and characterize the certain complex object is supposed. For each component of structural state of the complex object was introduced corresponding the conditional dimensional parameter. The generalization additive property of the complex object is determined by relation between conditional dimensional parameter and dimension of the space of the object coexistence. For homogeneous and heterogeneous structured space of the definite dimension the possible simple dependences of the additive properties of the some complex object from its dimension parameter were obtained.

**Keywords:** structural state, specific characteristics, dimensional parameter of object, structured space, hyperspace.

### Введение

Возможности формирования структурированного пространства путем разбиения его на модулярные ячейки и моделирования невырожденных модулярных структур проанализированы в [1-3]. Получены вероятные представления гиперполиэдров в 3D пространстве и модулярные ячейки структур из правильных и полуправильных политопов 4D пространства [4-8]. Проанализированы гомологические соотношения и топологические преобразования возможных модулярных гиперячеек [9,10], а в работах [11-14] приведены вероятные механизмы проявления кубической Р-ячейки 4D пространства в ячеистых пространствах меньшей мерности.

Дана общая характеристика возможных гибридных фрактальных структур и сформулированы принципы их формирования [15-17]. В [18-23] приведены примеры формирования детерминистических фрактальных структур в 2D пространстве. Некоторые из полученных фрактальных структур в [24] рассматривались как возможные аб-

стракции сайз-распределения фаз и конфигурации межфазных границ на поверхности композиционных материалов.

Проведена классификация возможных структурных состояний детерминистических модулярных структур с кристаллической, фрактальной и наноразмерной компонентами в 2D и 3D пространствах [25-28]. Сформулированы принципы их формирования [29, 30]. Получены и определены размерные характеристики возможных многокомпонентных структурных состояний системы [31-38]. Установлено вероятное влияние условного размерного параметра на чувствительные к особенностям структурной организации свойства систем [39, 40].

Проанализируем влияние мерности пространства  $d$  и размерного параметра объекта  $D$  на некоторое его аддитивное свойство  $S$ .

### Вывод зависимости аддитивного свойства комплексного объекта от его размерности

В данной работе будем считать, что характер влияния для  $i$ -го структурного состо-

яния определяется зависимостями типа  $S_i(d/D_i)$ . В этом случае на свойство  $S_D$  влияет отношение мерности пространства  $d$  и условного размерного параметра  $D$ , т.е.  $(d/D)$ :

$$S_D = S_d K_D (d/D),$$

где  $K_D$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от величины отклонения условного размерного параметра состояния от мерности пространства, в котором определена структура  $R$ . Условный размерный параметр  $D$  для каждого структурного состояния может быть рассчитан следующим образом:

$$D = d_r D(r) + d_f D(f) + d_n D(n),$$

где  $d_r$ ,  $d_f$  и  $d_n$  – количества соответствующих компонент одного сорта, для кристаллической компоненты  $D(r) = 1$ , для фрактальной компоненты он совпадает с фрактальной размерностью:  $D(f) = \text{Dim}R_f = \text{Dim}(\text{Gen}R_f) < 1$ , для наноразмерной компоненты  $D(n) = \langle n \rangle / n_0 < 1$ , если средний размер нанобъекта  $\langle n \rangle < n_0 = 100$  нм.

Проанализируем вероятное влияние мерности  $d$  пространства, в котором определено структурное состояние комплексного объекта, на величину его аддитивного свойства.

Определим геометрию структурированного 4D пространства следующим образом:

$$L \rightarrow S \rightarrow V \rightarrow H ,$$

$$\left| \begin{matrix} m_L \\ m_S \\ m_V \\ m_H \end{matrix} \right| = \left\| \begin{matrix} m_L & K_S^{-1/2} m_S^{1/2} & K_V^{-1/3} m_V^{1/3} & K_H^{-1/4} m_H^{1/4} \\ K_S m_L^2 & m_S^{3/2} & K_S K_V^{-2/3} m_V^{2/3} & K_S K_H^{-1/2} m_H^{1/2} \\ K_V m_L^3 & K_V K_S^{-3/2} m_S^{3/2} & m_V & K_V K_H^{-3/4} m_H^{3/4} \\ K_H m_L^4 & K_H K_S^{-2} m_S^2 & K_H K_V^{-4/3} m_V^{4/3} & m_H \end{matrix} \right\|$$

Тогда соответствующая матрица соотношений между свойствами объекта в подпространствах с близкой мерностью выглядит следующим образом:

$$\left| \begin{matrix} (m_S/m_L) \\ (m_V/m_S) \\ (m_H/m_V) \end{matrix} \right| = \left\| \begin{matrix} K_S m_L & K_S^{1/2} m_S^{1/2} & (K_S/K_V)^{1/3} m_V^{1/3} & (K_S/K_H)^{1/4} m_H^{1/4} \\ (K_V/K_S) m_L & (K_V/K_S)^{3/2} m_S^{1/2} & (K_V^{2/3}/K_S) m_V^{1/3} & (K_V/K_S K_H)^{1/4} m_H^{1/4} \\ (K_H/K_V) m_L & (K_H/K_V K_S)^{1/2} m_S^{1/2} & (K_H/K_V)^{4/3} m_V^{1/3} & (K_H^{3/4}/K_V) m_H^{1/4} \end{matrix} \right\|$$

или

$$\begin{aligned} (m_{d+1}/m_d) &= (K_{d+1}/K_d)(m_{d-2}/K_{d-2})^{1/(d-2)} = (K_{d+1}/K_d)(m_{d-1}/K_{d-1})^{1/(d-1)} \\ &= (K_{d+1}/K_d)(m_d/K_d)^{1/d} = (K_{d+1}/K_d)(m_{d+1}/K_{d+1})^{1/(d+1)}, \end{aligned}$$

где над морфизмами стоят показатели степени, возведение в которые есть соответствующий оператор перехода к большей мерности пространства.

Тогда матрица, столбцы которой представляют варианты обозначений «объемов» пространственных ячеек соответствующих подпространств 4D пространства:

$$\left\| \begin{matrix} L & L^2 & L^3 & L^4 \\ S^{1/2} & S & S^{3/2} & S^2 \\ V^{1/3} & V^{2/3} & V & V^{4/3} \\ H^{1/4} & H^{1/2} & H^{3/4} & H \end{matrix} \right\|$$

подразумевает наличие связей вида  $S = L^2$ ,  $L = S^{1/2}$ ;  $V = L^3 = S^{3/2}$ ,  $L = V^{1/3}$ ;  $H = L^4 = S^2 = V^{4/3}$ ,  $L = H^{1/4}$  и т.д.

Рассмотрим аддитивное свойство  $m$  комплексного объекта.

Случай 1 – неоднородное пространство. В зависимости от мерности подпространств 4D пространства взаимосвязи между его соответствующими подсвойствами определим следующим образом:

$$K_S \quad K_V \quad K_H \\ m_L \rightarrow m_S \rightarrow m_V \rightarrow m_H ,$$

где над морфизмами стоят коэффициенты перехода к этому же свойству объекта в пространстве с более высокой мерностью.

Соответствующая матрица возможных взаимосвязей между подсвойствами свойства  $m$ :

откуда имеем

$$m_{d+1} = K_{d+1} (m_d/K_d)^{(d+1)/d} \text{ или}$$

$$m_d = K_d (m_{d+1}/K_{d+1})^{d/(d+1)}.$$

Тогда одновременное влияние мерности пространства  $d$  и размерности объекта  $D$  на некоторое его аддитивное свойство  $S$  с учетом равенства  $S_d = m_d$  может быть представлено следующим образом:

$$S_{D,d} = K_d (m_{d+1}/K_{d+1})^{d/(d+1)} K_D (d/D).$$

Случай 2 – однородное пространство. Если взаимосвязи между подсвойствами комплексного объекта в разных подпространствах определим одинаковым образом:  $K_S = K_V = K_H = K_L$ , то соотношения между свойствами в подпространствах с близкой мерностью

$$(m_{d+1}/m_d) = (K_L m_{d-2})^{1/(d-1)} = (K_L m_{d-1})^{1/d} =$$

$$= (K_L m_d)^{1/(d+1)} = (K_L m_{d+1})^{1/(d+2)},$$

откуда имеем

$$m_{d+1} = K_L^{1/(d+1)} m_d^{(d+2)/(d+1)} \text{ или}$$

$$m_d = K_L^{-1/(d+2)} m_{d+1}^{(d+1)/(d+2)}.$$

Тогда влияние мерности пространства  $d$  и размерного параметра объекта  $D$  на некоторое его аддитивное свойство  $S$  с учетом равенства  $S_d = m_d$  может быть представлено следующим образом:

$$S_{D,d} = K_L^{-1/(d+2)} m_{d+1}^{(d+1)/(d+2)} K_D (d/D).$$

Таким образом, одновременное влияние мерности пространства  $d$  и размерности объекта  $D$  на некоторое его аддитивное свойство  $S$  может быть представлено в зависимости от степени однородности пространства двумя простыми линейными зависимостями.

### Выводы

Получены возможные простые зависимости аддитивного свойства некоторого комплексного объекта от его размерного параметра  $D$  и мерности  $d$  неоднородного или однородного пространства, в котором реализуется его структурное состояние, включающее кроме кристаллической также наноразмерную и фрактальную компоненты. Отметим, что возможное влияние размерных параметров состояния поверхности, обусловленных кристаллическими фазами, наночастицами или квазифрактальными конфигурациями межфазных границ, на трибологические свойства поверхности композиционных материалов и покрытий на основе систем Ni-P и Ni-B были использованы в [41–51].

### Список литературы

1. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи современного естествознания. – 2012. – №8. – С. 75-77.
2. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи современного естествознания. – 2012. – №10. – С. 78-80.
3. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи современного естествознания. – 2012. – №9. – С. 74-77.
4. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи современного естествознания. – 2013. – №7. – С. 74-77, 78-81.
5. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи современного естествознания. – 2013. – №6. – С. 61-63, 64-67, 68-72.
6. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал = Research Journal of International Studies. – 2013. – №8-1. – С. 27-30.
7. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи современного естествознания. – 2013. – №12. – С. 49-60.
8. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи современного естествознания. – 2014. – №1. – С. 29-37.
9. Иванов В.В. // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – №5. – С. 29-31.
10. Ivanov V.V. // Global Science and Innovation: materials of the I Int. Conf., Vol.II, Chicago, December 17-18<sup>th</sup>, 2013 / Publishing office Accent Graphics communications, Strategic Studies Institute – Chicago – USA. – 2013. – P. 108-110.
11. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал = Research Journal of International Studies. – 2013. – №7-1. – С. 26-37.
12. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал = Research Journal of International Studies. – 2013. – №8-1. – С. 25-27, 70-73.
13. Иванов В.В., Таланов В.М. // Кристаллография. – 2013. – Т.58, № 3. – С. 370-379.
14. Иванов В.В. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – №10(3). – С. 493-494.
15. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи современного естествознания. – 2013. – №12. – С. 60-64.
16. Иванов В.В., Таланов В.М. // Успехи современного естествознания. – 2014. – №1. – С. 38-41.
17. Иванов В.В. // Успехи современного естествознания. – 2014. – №4. – С. 105-108.
18. Иванов В.В. // Успехи современного естествознания. – 2014. – №7. – С. 93-104, 121-128.
19. Иванов В.В. // Успехи современного естествознания. – 2014. – №9. – С. 92-97.
20. Иванов В.В. // Успехи современного естествознания. – 2014. – №12. – С. 79-93.
21. Иванов В.В. // Успехи современного естествознания. – 2014. – №12(2). – С. 90-97.
22. Иванов В.В., Щербаков И.Н. Моделирование композиционных никель-фосфорных покрытий с антифрикционными свойствами. – Ростов н/Д: Изд-во журн. «Иzv. вузов. Сев.-Кавк. регион», 2008. – 112 с.
23. Щербаков И.Н., Иванов В.В., Логинов В.Т. и др. Химическое наноконструирование композиционных материалов и покрытий с антифрикционными свойствами. Ростов н/Д: Изд-во журн. «Иzv. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки», 2011. – 132 с.
24. Иванов В.В., Арзуманова А.В., Иванов А.В., Балакай В.И. // Журнал прикладной химии. – 2006. – Т.79. – Вып.4. – С. 619-621.
25. Иванов В.В., Курнакова Н.Ю., Арзуманова А.В., и др. // Журнал прикладной химии. – 2008. – Т.81. – Вып. 12. – С. 2059-2061.
26. Иванов В.В., Арзуманова А.В., Балакай И.В., Балакай В.И. // Журнал прикладной химии. – 2009. – Т.82. – Вып. 5. – С. 797-802.
27. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2011. – №3. – С. 54-57.
28. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2011. – №5. – С. 47-50.
29. Ivanov V.V. // Int. J. of Experimental Education. – 2014. – №4. – P.2. – С. 58-60.