

**В.Л. Чечулин, Н.В. Ли**

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

### **О ПРИМЕРЕ СВОЙСТВА ПЛОСКОСТНОСТИ ПРИ НАЛИЧИИ ТОЛЬКО МОНОВАРИАНТНЫХ РАВНОВЕСИЙ**

*Рассмотрен частный случай коллигативного свойства плоскостности многократно насыщенных растворов. Если в общем случае плоскостность координат составов насыщенных растворов наблюдалась при наличии неинвариантного и моновариантных равновесий, в том числе и при добавлении к данным о растворимости данных о физических параметрах раствора (плотности, показателя преломления и т. п.), то в рассматриваемом случае насыщенных растворов имеются только моновариантные равновесия; плоскостность данных о моновариантных равновесиях сохраняется и при добавлении данных о плотности и вязкости растворов.*

**Ключевые слова:** *свойство плоскостности линий моновариантного равновесия; физические параметры насыщенных растворов; плоскостность линий моновариантного равновесия; физическое взаимодействие компонентов*

**V. L. Chechulin, N.V. Li**

Perm State University, Perm, Russia

### **ABOUT THE EXAMPLE OF PROPERTY OF PLANENESS WITH ONLY MONO-VARIANT BALANCES**

*The special case of colligative property of planeness of repeatedly saturated solutions was considered if generally the planeness of coordinates of compositions of saturated solutions was observed in the presence of nonvariant and monovariant balances including at addition to data on solubility and data on physical parameters of solution (density, index of refraction and etc.), in the case under consideration saturated solutions there were only monovariant balances; planeness of data on monovariant balances will remain also at addition of data on density and viscosity of solutions.*

**Keywords:** flatness property of monovariant equilibrium lines; physical parameters of saturated solutions; planarity of lines of a monovariant equilibrium; physical interaction of components

Коллигативное свойство плоскостности составов растворов в многокомпонентных водно-солевых системах, находящихся в невариантном и моновариантных равновесиях с двумя или более твердыми фазами описано в [2-5]. Наличие такого свойства плоскостности линий моновариантного равновесия указывает на преимущественно физическое взаимодействие в многократно насыщенных растворах (см. [1], [6], [7]). Однако наличие такого свойства проверялось ранее только для водных систем, имеющих невариантные точки (эвтонику, перитонику).

Соображение об общности указанного коллигативного свойства насыщенных растворов указывает и на возможность его выполнения в водных системах при отсутствии невариантного равновесия и наличии только моновариантных равновесий. В качестве примера свойство плоскостности исследовано для системы,

содержащей моновариантные равновесия при добавлении параметров плотности и вязкости. Данные по системе NaCl-HCl-H<sub>2</sub>O при 25°C приведены в табл. 1 (см. также рис. 1), сама система как трехкомпонентная по определению обладает нулевой неплоскостностью (рис. 2, табл. 1). Вклад в неплоскостность вносят добавляемые данные о плотности растворов и о их вязкости.

Данных о растворимости и физических параметрах при вычислении меры неплоскостности обработаны стандартным методом главных компонент, причем для нивелирования разномасштабности данных по осям в методе использована матрица корреляций. Результаты статистического анализа приведены в табл. 2-5.

Таблица 1

Данные о растворимости и физических параметрах в системе NaCl-HCl-H<sub>2</sub>O при 25°C, масс. %, [8, с. 157]

	HCl	NaCl	H <sub>2</sub> O	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$\eta$ , пуаз
	1	2	3	4	5
1	41,12	0	58,88	1,198	0,02266
2	40,85	0,083	59,067	1,197	0,02111
3	29,39	0,464	70,146	1,1458	0,01582
4	25,73	0,817	73,453	1,1302	0,01463
5	23	1,53	75,47	1,1213	0,014
6	19,93	2,85	77,22	1,1158	0,01357
7	17,16	4,75	78,09	1,116	0,01353
8	14,65	6,96	78,39	1,12	0,01358
9	12,38	9,31	78,31	1,1282	0,01391
10	11,24	10,74	78,02	1,1319	0,01405
11	10,23	11,89	77,88	1,1352	0,01419
12	7,17	15,99	76,84	1,1511	0,01492
13	2,74	22,24	75,02	1,1781	0,01641
14	1,54	24,03	74,43	1,1867	0,01694
15	0	26,51	73,49	1,1981	0,01779
Неплоскостность при добавлении одного физпараметра, %				<b>0,01</b>	<b>0,21</b>

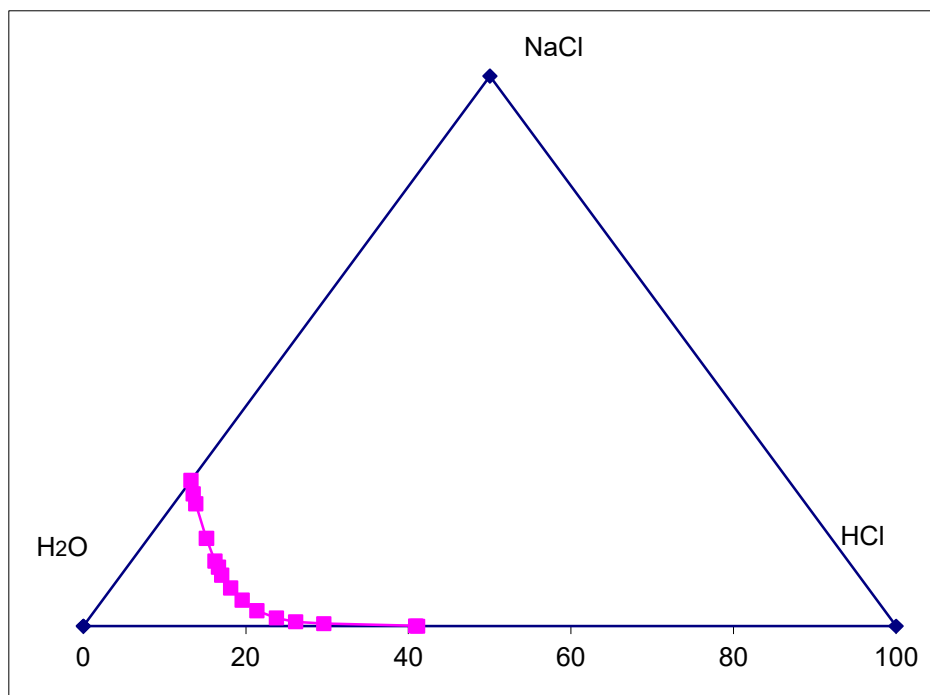


Рис. 1. Линия моновариантных равновесий в системе NaCl–HCl–H<sub>2</sub>O при 25°C

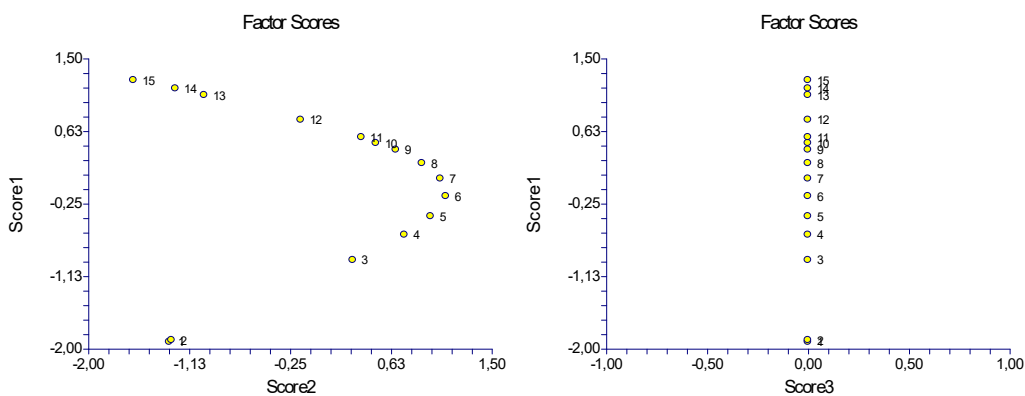


Рис. 2. Исходная линия моновариантных равновесий в пространстве первых трёх главных компонент (плоская) вне масштаба

Таблица 2

**Плоскостность системы (без физпараметров)**

№ главной компоненты	Собственные значения	Процент дисперсии	Накопленный процент	Графическое изображение
1	2,359363	78,65	78,65	
2	0,640637	21,35	<b>100,00</b>	
3	0,000000	<b>0,00</b>	100,00	

Таблица 3

**Плоскостность системы с добавлением параметра плотности**

№ главной компоненты	Собственные значения	Процент дисперсии	Накопленный процент	Графическое изображение
1	2,388143	59,70	59,70	
2	1,611495	40,29	99,99	
3	0,000361	<b>0,01</b>	100,00	
4	0,000000	0,00	100,00	

Таблица 4

**Плоскостность системы с добавлением параметра вязкости**

№ главной компоненты	Собственные значения	Процент дисперсии	Накопленный процент	Графическое изображение
1	2,780045	69,50	69,50	
2	1,211537	30,29	99,79	
3	0,008418	<b>0,21</b>	100,00	
4	0,000000	0,00	100,00	

Таблица 5

**Плоскостность системы с добавлением параметров плотности и вязкости**

№ главной компоненты	Собственные значения	Процент дисперсии	Накопленный процент	Графическое изображение
1	3,072281	61,45	61,45	
2	1,913911	38,28	99,72	
3	0,013522	<b>0,27</b>	99,99	
4	0,000287	<b>0,01</b>	100,00	
5	0,000000	0,00	100,00	

Результаты статистической обработки данных (табл. 2–5) показывают, что плоскостность системы, содержащей только моновариантные равновесия, сохраняется при добавлении физических параметров, кроме того, это указывает на преимущественно физическое взаимодействие компонент в многократно насыщенных растворах, а это означает, что формулировка коллигативного свойства насыщенных растворов шире, чем приведенная в [4],— коллигативное свойство плоскостности наличествует при насыщении не только относительно твердых фаз, но и газов (HCl в рассмотренной системе).

Таким образом, плоскостность составов многократно насыщенных водных растворов, наблюдается для моновариантных и невариантных равновесий.

**Библиографический список**

1. Носков М. Н. Фазовые равновесия в многокомпонентных водных системах, содержащих ионы  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$  и карбамид // дис. на соиск. канд. хим. наук., Пермь, 2015. 310 с.

2. Мазунин С. А., Чечулин В. Л. О плоскостности составов невариантных и моновариантных растворов, их показателя преломления в многокомпонентных водно-солевых системах // Известия высших учебных заведений: Химия и химическая технология 2015, т. 58, №. 3, с. 42–44.

3. Чечулин В. Л., Мазунин С. А. О плоскостности координат точек моно- и невариантных равновесий в 4-х и более компонентных водно-солевых системах // Известия высших учебных заведений: Химия и химическая технология. 2010, т. 53, №. 3 с. 152–154.

4. Чечулин В. Л., Мазунин С. А. О плоскостности моно- и невариантных равновесий как коллигативном свойстве многократно насыщенных водных растворов // Журнал Общей химии, 2012, т. 82, №. 2, с. 202–204.

5. Чечулин В. Л., Мазунин С. А., Моисеенков М. С. Плоскостность линий моновариантного равновесия в водно-солевых системах и её приложение: монография / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. — Пермь, 2012.— 116 с.

6. Чечулин В. Л., Мазунин С. А., Заколоткина О. А. О плоскостности линий моновариантных

равновесий с учётом параметра плотности раствора // Вестник Пермского университета. Серия: Химия. 2014. №2, с. 106–111.

7. Чечулин В. Л. Об одном примере преимущественно физического взаимодействия компонентов в многократно насыщенных водных

растворах // Вестник Пермского университета. Серия: Химия. 2017. №3, с. 337–342.

8. Экспериментальные данные по растворимости многокомпонентных водно-солевых систем: Справочник. В 2-х т. 4-х кн. 3-е изд, перераб. и доп. СПб.: ХИМИЗДАТ, 2003. Т. 1., кн. 1.— 608 с.

#### Об авторах

Чечулин Виктор Львович,  
старший преподаватель,  
кафедра неорганической химии, химической технологии и техносферной безопасности  
ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,  
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15.  
chechulinvl@mail.ru

Ли Наталья Владимировна,  
студентка,  
кафедра неорганической химии, химической технологии и техносферной безопасности  
ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,  
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15.

#### About the authors

Chechulin Victor Lvovich,  
Senior Teacher,  
Department of Inorganic Chemistry, Chemical Technology and Technosphere Safety  
Perm State University,  
Russia, 614990, Perm, Bukirev St., 15.  
chechulinvl@mail.ru

Li Nataliya Vladimirovna,  
student,  
Department of Inorganic Chemistry, Chemical Technology and Technosphere Safety  
Perm State University,  
Russia, 614990, Perm, Bukirev St., 15.

#### Информация для цитирования

Чечулин В.Л., Ли Н.В. О примере свойства плоскостности при наличии только моновариантных равновесий. // Вестник Пермского университета. Серия «Химия». 2017. Т. 7. Вып. 4. С. 463-467. DOI: 10.17072/2223-1838-2017-4-463-467.

Chechulin V.L., Li N.V. O primere svoistva ploskostnosti pri nalichii tolko monovariantnykh ravnovesii [About the example of property of planeness with only monovariant balances.] // Vestnik Permskogo universiteta. Seriya «Khimiya» = Bulletin of Perm University. Chemistry. 2017. Vol. 7. Issue 4. P. 463-467 (in Russ.). DOI: 10.17072/2223-1838-2017-4-463-467.