

**Неоднородность водных и неводных растворов:  
свидетельства существования и влияние на химические реакции**

**Л.О. Кононов**

*Институт органической химии имени Н.Д. Зелинского Российской академии наук,  
119991, Россия, г. Москва, Ленинский просп., 47*

[leonid.kononov@gmail.com](mailto:leonid.kononov@gmail.com), [kononov@ioc.ac.ru](mailto:kononov@ioc.ac.ru)

К настоящему времени установлено (см. [1-4] и указанные там ссылки), что большинство макроскопически гомогенных водных и неводных растворов разнообразных *низкомолекулярных* веществ, используемых в повседневной жизни и обычной лабораторной практике, неоднородно (структурировано) на нано- и мезо-уровне (размер неоднородностей, «супрамеров» в нашей терминологии [4], варьирует от ~1 нм до  $10^2$ – $10^3$  нм). Этот новый тип «слабого» (если судить по величине энергии взаимодействия, которая не превышает  $k_B T$  [3]), но крайне эффективного и самопроизвольного структурирования жидкостей, долгое время не привлекал внимание исследователей; и только недавно была выявлена его важность для адекватного описания реакций и других химических процессов (см. [4-7] и указанные там ссылки). Эти неоднородности, детектируемые прежде всего с помощью светорассеяния и анализа треков наночастиц, не являются (нано)пузырьками газов [1], на что также указывает корреляция данных светорассеяния с данными поляриметрии (для растворов хиральных веществ) и результатами химических реакций. Наиболее вероятной причиной их (по-видимому, кинетической) устойчивости (до 3 лет) и вездесущности в настоящее время считается [1,2] супрамолекулярная агрегация молекул растворенного вещества (и растворителя) на сольвофобных (микро)примесях [1,4], неизбежно присутствующих хотя бы в следовых количествах в всех химических веществах конечной чистоты даже после дополнительной очистки в лабораторных условиях (необходимо подчеркнуть, что «не существует абсолютно чистых веществ» [1]).

Структурирование «обычных» растворов заставляет предполагать, что химические свойства растворенных веществ должны зависеть от структуры их растворов. Более того, изучая особенности реагирования веществ в растворах, можно получить информацию о структуре растворов. Иначе говоря, химическая реакция, проводимая в растворе, является инструментом изучения структуры этого раствора. И наоборот, для корректного обсуждения реакционной способности и результатов химических реакций необходимо учитывать не только *строение молекул* реагентов, но и *структуру* реакционного *раствора*, модулирование которой дает в руки химиков-синтетиков новый мощный инструмент влияния на результаты реакций.

В докладе будут представлены собственные и литературные данные по изучению структуры водных и неводных растворов с помощью светорассеяния, поляриметрии, ИК-спектроскопии и химических реакций. Особое внимание будет уделено обнаруженному в ходе наших исследований феномену существования «критических» концентраций, при которых

концентрационные зависимости количественных характеристик физических свойств раствора или/и результатов химической реакции (выход, стереоселективность и др.) согласованно претерпевают изломы. Эти «критические» концентрации, по-видимому, разделяют области концентраций с различной структурой раствора, для которых характерно образование супрамеров различного строения, и, значит, различающихся своими химическими свойствами.

### Литература

1. Rak D.; Sedlák M. Solvophobicity-Driven Mesoscale Structures: Stabilizer-Free Nanodispersions. *Langmuir* **2023**, *39*, 1515-1528; <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.2c02911>.
2. Subramanian D.; Anisimov M.A. Phase behavior and mesoscale solubilization in aqueous solutions of hydrotropes. *Fluid Phase Equilib.* **2014**, *362*, 170-176; <https://doi.org/10.1016/j.fluid.2013.09.064>.
3. Zemb T.; Kunz W. Weak aggregation: state of the art, expectations and open questions. *Curr. Opin. Colloid Interface Sci.* **2016**, *22*, 113-119; <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2016.04.002>.
4. Kononov L.O. Chemical reactivity and solution structure: on the way to a paradigm shift? *RSC Adv.* **2015**, *5*, 46718-46734; <https://doi.org/10.1039/c4ra17257d>.
5. Orlova A.V.; Kononov L.O. Polarimetry as a method for studying the structure of aqueous carbohydrate solutions: Correlation with other methods. *RENSIT* **2020**, *12*, 95-106; <https://doi.org/10.17725/rensit.2020.12.095>.
6. Orlova A.V.; Laptinskaya T.V.; Malysheva N.N.; Kononov L.O. Light scattering in non-aqueous solutions of low-molecular-mass compounds: Application for supramer analysis of reaction solutions. *J. Solution Chem.* **2020**, *49*, 629-644; <https://doi.org/10.1007/s10953-020-00977-1>.
7. Myachin I.V.; Kononov L.O. Phase-transfer catalyzed microfluidic glycosylation: A small change in concentration results in a dramatic increase in stereoselectivity. *Catalysts* **2023**, *13*, 313; <https://doi.org/10.3390/catal13020313>.