

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор – проректор по научной деятельности
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», доктор физико-математических наук, профессор

« 13 » 01 2024

М.П.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

г. Казань

« 30 » 01 2024 г.

Диссертация на соискание ученой степени доктора химических наук «Новые подходы к исследованию температурных зависимостей термодинамических функций фазовых переходов органических неэлектролитов» выполнена Ягофаровым Михаилом Искандеровичем на кафедре физической химии Химического института им. А.М. Бутлерова федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В период подготовки диссертации соискатель Ягофаров Михаил Искандерович работал в Химическом институте им. А. М. Бутлерова в должности старшего научного сотрудника и доцента кафедры физической химии.

В 2019 г. окончил Казанский (Приволжский) федеральный университет по специальности «Фундаментальная и прикладная химия». В 2020 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия на тему «Соотношение между энтальпиями плавления и растворения ароматических соединений и температурная зависимость энтальпии плавления» под руководством д.х.н., профессора Соломонова Б.Н.

Научный консультант: д.х.н., профессор Соломонов Борис Николаевич, профессор-консультант кафедры физической химии Химического института им. А.М. Бутлерова КФУ.

По итогам рассмотрения диссертации принято следующее **заключение**:

1. Цель и актуальность диссертации.

Основной целью работы являлась разработка совокупности новых расчётно-экспериментальных подходов к оценке термодинамических функций фазовых переходов, которые позволили бы сократить затраты на измерения при сохранении высокой точности. Постановка цели обусловлена принципиальными проблемами в

современной термодинамике фазовых переходов, связанными с недостатком ресурсов на исследования новых промышленно значимых труднолетучих, термически нестабильных органических соединений.

2. Личное участие соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации. Автором сформулированы цели и задачи исследования, стратегия их решения. Экспериментальные работы были проведены совместно со студентами и аспирантами под руководством автора. Публикации были оформлены совместно с соавторами при решающем вкладе диссертанта.

3. Степень достоверности результатов проведенных соискателем исследований. Достоверность результатов подтверждается использованием современных экспериментальных физико-химических и вычислительных методов исследования, воспроизводимостью полученных экспериментальных и расчетных данных, а также публикацией результатов работы в рецензируемых журналах высокого уровня (журналы Q1, Q2).

4. Новизна работы заключается в следующих результатах:

- Разработан новый комплексный подход к исследованиям термодинамики фазовых переходов органических неэлектролитов, в рамках которого для расчёта температурных зависимостей энтальпий и энергий Гиббса плавления, испарения и сублимации были применены закономерности, известные из термодинамики растворов при 298,15 К.
- Впервые установлена эмпирическая корреляция между разностью теплоёмкостей идеального газа и жидкости и энтальпией испарения органических неэлектролитов при 298,15 К и найдены различия в соотношениях между этими величинами, характерные для алифатических, ароматических и гетероароматических соединений, алкилароматических производных с разной способностью к водородному связыванию.
- Разработан подход к расчёту энтальпий испарения алифатических, ароматических и гетероароматических соединений, алкилароматических производных как функций температуры по их молекулярной структуре. Предсказательная способность этого подхода существенно превосходит другие известные методы оценки.
- Показано, что энтальпии плавления органических неэлектролитов между 298,15 К и $T_{пл}$ могут быть с удовлетворительной точностью найдены линейной интерполяцией данных калориметрии растворения при 298,15 К и собственно энтальпий плавления при $T_{пл}$, а по интерполированным значениям энтальпий плавления и расчётным значениям энтальпий испарения могут быть рассчитаны энтальпии сублимации ароматических неэлектролитов с точностью, сопоставимой с экспериментальной.
- Впервые установлено 4 типа количественных соотношений между энергиями Гиббса и энтальпиями сольватации и испарения органических неэлектролитов, проявляющихся в системах с различной способностью к водородному связыванию.

- Впервые показана возможность расчёта температурной зависимости давления насыщенного пара органических неэлектролитов по энтальпии испарения при 298,15 К или единственному измерению давления насыщенного пара с точностью, сопоставимой с экспериментальной, исходя из компенсационного соотношения, в системах с различной способностью к водородному связыванию.
- Установлена аналитическая взаимосвязь между коэффициентами линейных зависимостей между энергиями Гиббса и энтальпиями испарения, с одной стороны, и между разностями теплоёмкостей жидких и газообразных органических соединений и энтальпиями испарения, с другой стороны.

5. Практическая значимость результатов состоит в том, что:

- предложенные методы оценки температурных зависимостей энтальпий плавления могут использоваться при поиске материалов для хранения энергии в форме скрытой теплоты;
- предложенные подходы к расчёту энтальпий испарения и сублимации при различных температурах могут использоваться при направленном дизайне горючих и взрывчатых соединений;
- разработанный способ расчёта температурной зависимости давления насыщенных паров органических неэлектролитов может быть применён для при планировании условий вакуумной дистилляции малоизученных соединений, осаждения плёнок из органических полупроводников из паровой фазы;
- установленные соотношения между энергиями Гиббса и энтальпиями сольватации могут применяться при планировании процессов дистилляции смесей органических неэлектролитов;
- Измеренные в работе термодинамические функции фазовых переходов и теплоёмкости органических неэлектролитов могут быть применены при расчётах тепловых балансов, температурных режимов процессов дистилляции, осаждения тонких плёнок, газофазных реакций в промышленности.

6. Ценность научных работ соискателя заключается в том, что разработанные подходы к оценке температурных зависимостей энергий Гиббса и энтальпий плавления, испарения и сублимации органических соединений, основанные на сочетании представлений и методов термодинамики растворов и фазовых переходов, позволяют сократить материальные и временные затраты на измерения термодинамических функций, сохранив точность, характерную для современных экспериментальных методов. Эти подходы, как источник данных о термодинамических параметрах фазовых переходов, представляют интерес как для исследователей-химиков, работающих в смежных областях (физическая органическая химия, кристаллохимия, химия материалов), так и для технологов.

7. Основные результаты достаточно полно изложены в следующих работах соискателя:

1. Solomonov, B. N. An approach for the calculation of vaporization enthalpies of aromatic and heteroaromatic compounds at 298.15 K applicable to supercooled liquids / B. N. Solomonov, M. I. Yagofarov // J. Mol. Liq. - 2020. - V. 319. - P. 114330.

2. Bolmatenkov, D. N. The fusion thermochemistry of rubrene and 9,10-diphenylanthracene between 298 and 650 K: Fast scanning and solution calorimetry / D. N. Bolmatenkov, M. I. Yagofarov, T. A. Mukhametzyanov, M. A. Ziganshin, B. N. Solomonov // *Thermochim. Acta.* - 2020. - V. 693. - P. 178778.
3. Bolmatenkov, D. N. A new method for heat capacity determination in supercooled liquid state using fast scanning calorimetry: Thermochemical study of 9, 9'-bifluorenyl / D. N. Bolmatenkov, M. I. Yagofarov, T. A. Mukhametzyanov, M. A. Ziganshin, C. Schick, B. N. Solomonov // *Thermochim. Acta.* - 2020. - V. 694. - P. 178805.
4. Yagofarov, M. I. Relationship between the vaporization enthalpies of aromatic compounds and the difference between liquid and ideal gas heat capacities / M. I. Yagofarov, D. N. Bolmatenkov, B. N. Solomonov // *J. Chem. Thermodyn.* - 2021. - V. 158. - P. 106443.
5. Yagofarov, M. I. Relationship between the difference between liquid and ideal gas heat capacities of normal and branched alkanes and the vaporization enthalpies and its prediction as a function of temperature / M. I. Yagofarov, A. A. Sokolov, D. N. Bolmatenkov, B. N. Solomonov // *J. Chem. Thermodyn.* - 2021. - P. 106586.
6. Bolmatenkov, D. N. The heat capacities and fusion thermochemistry of sugar alcohols between 298.15 K and T_m : The study of D-sorbitol, D-mannitol and myo-inositol / D. N. Bolmatenkov, M. I. Yagofarov, A. A. Sokolov, M. A. Ziganshin, B. N. Solomonov // *J. Mol. Liq.* - 2021. - V. 330. - P. 115545.
7. Yagofarov, M. I. Comparison of isochoric and isobaric heat capacities of liquid organic non-electrolytes and their vaporization enthalpies / M. I. Yagofarov, A. A. Sokolov, B. N. Solomonov // *J. Mol. Liq.* - 2021. - V. 340. - P. 116886.
8. Yagofarov, M. I. Calculation of the fusion enthalpy temperature dependence of polyaromatic hydrocarbons from the molecular structure: Old and new approaches / M. I. Yagofarov, B. N. Solomonov // *J. Chem. Thermodyn.* - 2021. - V. 152. - P. 106278.
9. Solomonov, B. N. Additivity of vaporization enthalpy: Group and molecular contributions exemplified by alkylaromatic compounds and their derivatives / B. N. Solomonov, M. I. Yagofarov, R. N. Nagrimanov // *J. Mol. Liq.* - 2021. - V. 342. - P. 117472.
10. Sokolov, A. A. Estimation of the temperature dependence of the vaporization enthalpies of monofunctional aliphatic hydrocarbons / A. A. Sokolov, D. N. Bolmatenkov, M. I. Yagofarov, I. S. Balakhontsev, B. N. Solomonov // *Fluid Phase Equilibr.* - 2022. - V. 553. - P. 113304.
11. Bolmatenkov, D. N. Calculation of the vaporization enthalpies of alkylaromatic hydrocarbons as a function of temperature from their molecular structure / D. N. Bolmatenkov, M. I. Yagofarov, A. A. Notfullin, B. N. Solomonov // *Fluid Phase Equilibr.* - 2022. - V. 554. - P. 113303.
12. Bolmatenkov, D. N., Vaporization enthalpies of benzanthrone, 1-nitropyrene, and 4-methoxy-1-naphthonitrile: prediction and experiment / D. N. Bolmatenkov, M. I. Yagofarov, T. F. Valiakhmetov, N. O. Rodionov, B. N. Solomonov // *J. Chem. Thermodyn.* - 2022. - V. 168. - P. 106744.
13. Notfullin, A. A. Vaporization thermodynamics of normal alkyl benzoates / A. A. Notfullin, D. N. Bolmatenkov, M. I. Yagofarov, I. S. Balakhontsev, M. A. Ziganshin, B. N. Solomonov // *J. Therm. Anal. Calorim.* - 2022. - P. 14631-14647.
14. Bolmatenkov, D. N. Liquid-gas equilibria in organic liquid crystals: M-24 (4-octyloxy-4'-cyanobiphenyl), BCH-52 (4-ethyl-4'-(trans-4-pentylcyclohexyl)biphenyl) and HP-53 (4'-propyl phenyl-4-(trans-4'-pentylcyclohexyl)benzoate) / D. N. Bolmatenkov, A.

- A. Notfullin, M. I. Yagofarov, M. A. Ziganshin, B. N. Solomonov // *Fluid Phase Equilib.* - 2022. - P. 113669.
15. Sokolov, A. A., Vaporization thermochemistry of leuco dyes: measurement and prediction / A. A. Sokolov, M. I. Yagofarov, D. N. Bolmatenkov, A. A. Notfullin, B. N. Solomonov // *J. Mol. Liq.* - 2022. – P. 107093.
16. Yagofarov, M. I. Application of Solution Calorimetry to Determining the Fusion Enthalpy of an Arylaliphatic Compound at 298.15 K: n-Octadecanophenone / M. I. Yagofarov, I. S. Balakhontsev, A. A. Sokolov, B. N. Solomonov // *Liquids.* – 2022. - V. 3. - P. 1-6.
17. Yagofarov, M. I. Interpolation of the Temperature Dependence of the Fusion Enthalpy of Aromatic Compounds Between 298.15 K and the Melting Temperature / M. I. Yagofarov, B. N. Solomonov // *Int. J. Thermophys.* - 2022. - V. 43. - P. 90
18. Yagofarov, M. I. Estimation of sublimation enthalpies of aromatic compounds as a function of temperature / M. I. Yagofarov, I. S. Balakhontsev, E. A. Miroshnichenko, B. N. Solomonov // *J. Chem. Thermodyn.* - 2022. - V. 174. - P. 106861.
19. Solomonov, B. N. Compensation relationship in thermodynamics of solvation and vaporization: Features and applications. I. Non-hydrogen-bonded systems / B. N. Solomonov, M. I. Yagofarov // *J. Mol. Liq.* - 2022. - V. 368. - P. 120762.
20. Yagofarov, M. I. Thermodynamic Properties of Thioxanthone between 80 and 540 K / M. I. Yagofarov, A. A. Sokolov, A. V. Gerasimov, B. N. Solomonov, E. N. Stepurko, Y. N. Yurkshtovich // *J. Chem. Eng. Data.* - 2022. - V. 67, № 12. - P. 3583-3588.
21. Solomonov, B. N. Compensation relationship in thermodynamics of solvation and vaporization: Features and applications. II. Hydrogen-bonded systems / B. N. Solomonov, M. I. Yagofarov // *J. Mol. Liq.* - 2023. - V. 372. - P. 121205/
22. Bolmatenkov, D. N. Vaporization thermodynamics of normal alkyl phenones / D. N. Bolmatenkov, A. A. Notfullin, M. I. Yagofarov, R. N. Nagrimanov, A. R. Italmasov, B. N. Solomonov // *J. Mol. Liq.* - 2023. - V. 370. – P. 121000.
23. Bolmatenkov, D. N. Vaporization enthalpies of self-associated aromatic compounds at 298,15 K: a review of existing data and the features of heat capacity correction. Part I: Phenols. / D. N. Bolmatenkov, M. I. Yagofarov, A. A. Sokolov, B. N. Solomonov // *Thermochim. Acta.* - 2023. - V. 721. - P. 179455.
24. Bolmatenkov, D. N. Vaporization enthalpies of self-associated aromatic compounds at 298,15 K: a review of existing data and the features of heat capacity correction. Part II: Anilines. / D. N. Bolmatenkov, M. I. Yagofarov, A. A. Sokolov, B. N. Solomonov // *Thermochim. Acta.* – 2023. - V. 728. - P. 179589.
25. Sokolov, A. A. Thermodynamic Properties of 3- and 4-Ethoxyacetanilides between 80 and 480 K / A. A. Sokolov, M. I. Yagofarov, I. S. Balakhontsev, I. I. Nizamov, T. A. Mukhametzyanov, B. N. Solomonov, Y. N. Yurkshtovich, E. N. Stepurko // *Molecules.* - 2023. - V. 28. - P. 7027.
26. Yagofarov, M. I. Thermochemistry of fusion, solution and hydrogen bonding in benzamide, N-methylbenzamide, and acetanilide / M. I. Yagofarov, A. A. Sokolov, I. S. Balakhontsev, I. I. Nizamov, B. N. Solomonov // *Thermochim. Acta.* - 2023. - V. 728. - P. 179579.
27. Yagofarov, M. I. Thermochemistry of fusion of benzocaine and S-naproxen between 298.15 K and T_m studied by solution and fast scanning calorimetry / M. I. Yagofarov, A. A. Sokolov, M. A. Ziganshin, T. A. Mukhametzyanov, B. N. Solomonov // *J. Therm. Anal. Calorim.* - 2023. - V. 148, № 6. - P. 2457-2466.

28. Yagofarov, M. I. Compensation relationship in thermodynamics of vaporization of aromatic and aliphatic compounds and their heat capacities / M. I. Yagofarov, B. N. Solomonov // J. Mol. Liq. - 2023. - V. 390. - P. 123075

29. Bolmatenkov, D. N. Phase-Transition Thermodynamics of Tolbutamide / D. N. Bolmatenkov, I. I. Nizamov, A. A. Sokolov, M. I. Yagofarov, B. N. Solomonov // J. Chem. Eng. Data. - 2024. – DOI: 10.1021/acs.jced.3c00643.

Также результаты представлены на конференциях Всероссийского и международного уровня.

В диссертации автор ссылается на собственные опубликованные работы. В тексте диссертации отсутствуют материалы без ссылки на автора или источник заимствования.

8. Научная специальность, которой соответствует диссертация.

Диссертационная работа Ягофарова М.И. соответствует паспорту специальности 1.4.4. Физическая химия по пунктам: 2. «Экспериментальное определение термодинамических свойств веществ, расчет термодинамических функций простых и сложных систем, в том числе на основе методов статистической термодинамики, изучение термодинамики фазовых превращений и фазовых переходов» и 4. «Теория растворов, межмолекулярные и межчастичные взаимодействия. Компьютерное моделирование строения, свойств и спектральных характеристик молекул и их комплексов в простых и непростых жидкостях, а также ранних стадий процессов растворения и зародышеобразования» паспорта специальности 1.4.4. Физическая химия.

С рецензией на работу выступил профессор, д.х.н. **Горбачук В.В.:**

Диссертационная работа Ягофарова М.И. посвящена исследованию актуальной проблемы современной физической химии: разработке комплексного подхода к определению температурной зависимости термодинамических параметров фазовых переходов органических соединений, обеспечивающих оценку энтальпий плавления и парообразования, а также энергий Гиббса испарения и сольватации, давлений насыщенного пара при различных температурах по энтальпиям испарения и сольватации при стандартной температуре 298,15 К. Это исследование представляет интерес в связи с широким использованием этих данных для расчетов теплового и материального баланса технологических процессов и высокой трудоемкостью классических экспериментальных методов определения этих величин, особенно для веществ с низкой летучестью.

Результаты работы отличаются новизной:

- Разработан новый комплексный подход к исследованиям термодинамики фазовых переходов органических неэлектролитов, к анализу и определению энтальпий и энергий Гиббса плавления, испарения и сублимации.

- Разработан новый способ экспериментального определения температурной зависимости энтальпии плавления, не требующий получения неравновесной жидкости ниже температуры плавления.
- Установлена ранее неизвестная эмпирическая корреляция между разностью теплоёмкостей идеального газа и жидкости и энтальпией испарения органических неэлектролитов при стандартной температуре и проанализировано влияние на эту корреляцию строения углеродного скелета и способности к водородному связыванию.
- Разработан способ расчёта энтальпий испарения органических неэлектролитов как функций температуры по структурным характеристикам молекулы с качеством предсказания, существенно превосходящим возможности известных подходов.
- Впервые показано, что теплоёмкость квазиравновесной жидкости между стандартной температурой 298,15 К и температурой плавления может быть определена линейной экстраполяцией температурной зависимости теплоёмкости расплава.
- Показано, что энтальпии плавления органических веществ в интервале между 298,15 К и температурой этого перехода могут быть найдены интерполяцией данных калориметрии растворения при 298,15 К и энтальпий плавления при температуре этого перехода с удовлетворительной ошибкой. Показано также, что по интерполированным таким образом значениям энтальпий плавления и рассчитанным, как описано выше, энтальпиям испарения для ароматических неэлектролитов могут быть рассчитаны энтальпии сублимации с точностью, сопоставимой с экспериментальной.
- Впервые проведена классификация и установлены количественные параметры компенсационных зависимостей между энергиями Гиббса и энтальпиями сольватации и испарения органических неэлектролитов, в зависимости от наличия самоассоциации за счет водородного связывания растворителя и растворяемого вещества в исходном состоянии, а также способности к водородному связыванию между растворенным веществом и растворителем в растворе.
- Впервые показана возможность расчёта температурной зависимости давления насыщенного пара органических неэлектролитов по энтальпии испарения при стандартной температуре или единственному измерению давления насыщенного пара с точностью, сопоставимой с экспериментальной, исходя из компенсационного соотношения, в системах с различной способностью к водородному связыванию.

Результаты диссертационной работы обладают практической значимостью.

Предложенные методы расчета предсказания термодинамических параметров фазовых переходов органических соединений и их температурных зависимостей могут быть использованы при выборе материалов для хранения энергии в форме скрытой теплоты, при направленном дизайне горючих и взрывчатых соединений, для которых прямые измерения соответствующих величин могут быть затруднительными, при планировании условий вакуумной дистилляции и

сублимации, а также газофазных реакций для малолетучих веществ в технологических процессах, при приготовлении плёнок органических полупроводников осаждением из паровой фазы.

Результаты диссертационной работы Ягофарова М.И. имеют теоретическую значимость: продемонстрированы ограничения известных аддитивных подходов к оценке термодинамических функций фазовых переходов органических соединений и показаны принципиальные преимущества подхода, использующего представления о групповой аддитивности энтальпий сольватации; разработанные способы расчета температурных зависимостей энтальпий плавления органических веществ, в том числе энтальпии плавления при стандартной температуре 298,15 К, энтальпий испарения и сублимации, температурной зависимости давления насыщенного пара органических неэлектролитов, теплоёмкости квазиравновесной жидкости между стандартной температурой и температуре плавления существенно расширяют возможности известных методов предсказания термодинамических параметров фазовых переходов органических соединений.

Выводы диссертации являются достоверными и обоснованными. Результаты воспроизводимы и согласуются с литературными данными, полученными разными экспериментальными методами.

По тексту диссертации нет принципиальных замечаний. Имеются замечания к используемым терминам и оформлению работы:

1. Во введении можно сократить разделы, посвященные теоретической и практической значимости работы. В них часть информации выглядит повторяющейся с формулировками новизны и выносимыми на защиту положениями.
2. В подписях к рисункам и в заголовках таблиц вместо фразы «по материалам работ автора» лучше писать «результаты настоящей диссертационной работы».
3. Не всегда уместно используется термин «взаимосвязь». В ряде случаев речь идет только об одностороннем влиянии одного параметра на другой.
4. В целом формулировки выводов диссертации в разделе «Заключение» выглядят удовлетворительными за исключением последнего, который можно сократить.

В целом автором проделана большая работа, в том числе и экспериментальная. Вместе с ранее проведёнными исследованиями, диссертантом экспериментально определены энтальпии растворения более 100 органических неэлектролитов, энтальпии плавления более 40 соединений, энтальпии испарения и давления насыщенного пара 20 труднолетучих объектов, теплоёмкости кристаллической, жидкой и/или газовой фазы более 100 соединений, ранее не изученных или мало исследованных. Выполнен обширный анализ литературных данных о термодинамических параметрах фазовых переходов органических соединений в сравнении с собственными.

Диссертационная работа написана на 510 страницах, содержит введение, пять глав, включая литературный обзор, экспериментальную часть и три главы обсуждения результатов, заключение и приложение на 136 страницах с табличными

экспериментальными данными автора и литературными величинами, а также сравнением литературных данных с рассчитанными с помощью разработанных в диссертации способов, методов и подходов и отдельным списком литературы. Диссертация содержит 62 таблицы, 66 рисунков, список цитируемой литературы с 928 ссылками на литературные источники и публикации автора по теме диссертации.

Ягофаровым М.И. опубликовано по теме диссертации 29 статей в рецензируемых международных научных журналах с высоким рейтингом, индексируемых в WoS и Scopus. Работа апробирована на международных и российских научных конференциях.

Диссертация Ягофарова Михаила Искандеровича по своей актуальности, новизне, объему и достигнутым результатам отвечает требованиям, установленным в пп.9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации, и является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработан комплексный подход к исследованиям термодинамики фазовых переходов органических неэлектролитов с высокой предсказательной способностью и точностью прогнозирования экспериментальных величин, который можно квалифицировать как научное достижение. Диссертация может быть представлена в диссертационный совет к защите на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Выводы:

Диссертация «Новые подходы к исследованию температурных зависимостей термодинамических функций фазовых переходов органических неэлектролитов» является законченной научно-квалификационной работой, в которой разработан комплекс подходов к оценке энтальпий и энергий Гиббса испарения, сублимации и плавления ароматических и гетероароматических, алифатических, алкилароматических производных как функций температуры с точностью, сопоставимой с экспериментальной. Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842.

Диссертация «Новые подходы к исследованию температурных зависимостей термодинамических функций фазовых переходов органических неэлектролитов», представленная Ягофаровым Михаилом Искандеровичем, рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры физической химии Химического института им. А.М. Бутлерова Казанского (Приволжского) федерального университета.

Присутствовало на заседании 40 чел. (из них с правом решающего голоса – 28), в том числе 8 докторов наук, 20 кандидатов наук.

Результаты голосования: за – 28 чел., против – 0 чел., воздержались – 0 чел., протокол от «30» января 2024 г. № 11.

Председательствующий на заседании:

Зиганшин М.А., директор химического института, д.х.н., доцент

Секретарь заседания:

Хабибуллина А.Р., инженер кафедры физической химии

Заместитель руководителя основного структурного подразделения, в полномочия которого входят вопросы по научной деятельности

Челнокова И.А., заместитель директора по научной деятельности, к.х.н., доцент