

**ОТЗЫВ**  
**ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**  
на диссертацию Белова Алексея Владимировича  
«Термодинамические характеристики растворения и ионной  
ассоциации трёх ионных жидкостей в ацетонитриле, изопропанол  
и их смесях с водой»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук  
по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Диссертационная работа Белова А.В. является экспериментальным исследованием в области физической химии растворов. Она посвящена изучению термодинамических характеристик процессов растворения и ассоциации трех ионных жидкостей [трифторметансульфоната 1-бутил-3-метилимидазолия, бис(трифторметилсульфонил)амида 1-бутил-3-метилимидазолия, бис(трифторметилсульфонил)амида 1-бутил-3-метилпиридиния] в воде, двух неводных растворителях [ацетонитриле, изопропанол] и их смесях с водой. Данная работа является продолжением проводимых на кафедре общей и неорганической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева систематических исследований физико-химических свойств растворов традиционных электролитов в воде, неводных и смешанных растворителях. Исследование физико-химических свойств новых нетрадиционных электролитов - ионных жидкостей в настоящее время, бесспорно, является одним из приоритетных направлений, и поэтому **актуальность темы** рецензируемой диссертации не вызывает сомнений. Результаты, полученные при изучении закономерностей процессов растворения и ионной ассоциации исследуемых ионных жидкостей в воде, ацетонитриле, изопропанол и смешанных растворителях ацетонитрил-вода и изопропанол-вода в области разбавленных растворов отличаются **научной новизной** и имеют **практическую значимость** для нахождения оптимальных условий проведения технологических процессов с участием ионных жидкостей и их растворов.

Основу диссертационной работы составляет трудоемкий калориметрический эксперимент. **Достоверность** полученных в диссертации экспериментальных данных, обеспечивается использованием современного

оборудования и методик проведения прецизионных калориметрических измерений. Диссертантом достигнута достаточная точность в определении найденных в работе термодинамических характеристик в пределах допустимой ошибки.

Теоретические разработки диссертанта предполагают использование для изучения термодинамических характеристик ассоциации ионных жидкостей в различных растворителях опыта исследования сольватации традиционных электролитов в воде, органических и водно-органических растворителях и основываются на известных достижениях в этой области, в частности, это касается применения модели равновесия в растворе между ионами и ионной парой. Обоснованность результатов и выводов из диссертации подтверждается согласованностью данных, полученных в настоящей работе и представленных в литературных источниках по традиционным электролитам.

Материал диссертации изложен на 81 странице и содержит 39 таблиц и 9 рисунков. Диссертация имеет традиционную структуру и состоит из введения, четырех глав, основных результатов и выводов, списка сокращений и условных обозначений, списка цитированной литературы, содержащего 110 наименований.

Введение правильно передает содержание работы. В первой главе проведен критический анализ имеющихся в литературе данных по физико-химическим свойствам ионных жидкостей и методам их исследования. Во второй главе описаны выбранные объекты, использованная в работе аппаратура и методика проведения калориметрических измерений, а также представлены результаты эксперимента по определению тепловых значений калориметра, энтальпий растворения исследуемых ионных жидкостей в воде, ацетонитриле, изопропаноле и смешанных водно-органических растворителях и ряда энтальпий разбавления изученных растворов. В третьей главе приведены методики определения констант и энтальпий ионной ассоциации и стандартных энтальпий растворения ионных жидкостей в индивидуальных и смешанных растворителях, а также результаты расчета указанных термодинамических характеристик. Кроме того, в ней обсуждаются полученные зависимости

энтальпий растворения исследованных ионных жидкостей в изученных смешанных растворителях от состава растворителя и их энтальпии переноса и разности в энтальпиях переноса пар ионов из воды в смеси неводный растворитель-вода.

Основные результаты диссертации апробировались и обсуждались на 5 международных и отечественных конференциях. По теме диссертации опубликованы 3 статьи в ведущем отечественном журнале «Физическая химия» (из перечня ВАК РФ) и тезисы 3 докладов на конференциях.

К **достоинствам** работы можно отнести следующие аспекты:

1) удачный выбор объектов исследования – ионных жидкостей с общим катионом и анионом, позволяющий проанализировать преимущественное влияние катиона или аниона ионной жидкости на сольватационные процессы в изученных растворителях;

2) применение к новым изучаемым системам методики определения термодинамических характеристик ионной ассоциации и стандартных энтальпий растворения, разработанной для традиционных электролитов в водных, органических и водно-органических растворителях;

3) использование для определения энтальпий ионной ассоциации данных по энтальпиям разбавления, полученных прямым калориметрическим методом при 298,15 К, а не температурной зависимости константы ассоциации, как описано в литературных источниках.

По тексту диссертационной работы можно сделать следующие **критические замечания.**

1) Описание аналитических характеристик использованных в работе ионных жидкостей слишком кратко. Автор ограничивается указанием чистоты исходных реактивов для синтеза и содержания в ионных жидкостях воды, определенного по методу Фишера.

2) Было бы целесообразно при описании калориметрического эксперимента указать, как проводилось взвешивание ионных жидкостей, их растворов и растворителей (особенно в случае безводных систем), и привести точность взвешивания.

3) К сожалению, автор не приводит использованные в расчетах и упоминаемые при обсуждении результатов численные значения физико-химических характеристик растворителей, и, прежде всего, диэлектрических проницаемостей, а дает только ссылки на литературные источники.

4) Из текста (с. 64 ) не ясно, что подразумевает автор под структурными особенностями смешанных растворителей, которыми обусловлено наличие экстремумов на кривых зависимостей энтальпий растворения ионных жидкостей от состава смешанных растворителей.

## **Заключение**

Диссертация Белова А.В. является законченной научно-исследовательской работой, выполненной автором самостоятельно на высоком экспериментальном уровне. Сделанные замечания по работе касаются, в основном, способа представления полученных данных и не затрагивают главные теоретические и практические результаты диссертации. Они не могут повлиять на общую высокую оценку диссертационной работы. Полученные автором результаты представляются достоверными, а выводы из работы достаточно обоснованными. Основные аспекты данного исследования могут быть интересны для специалистов в области физической химии ионных жидкостей и их растворов.

Диссертация тщательно оформлена, написана хорошим литературным языком, материал изложен логично и четко. Автореферат и опубликованные автором работы правильно и полно отражают содержание диссертации.

Диссертация соответствует паспорту специальности 02.00.04 «Физическая химия» в части п.2 (экспериментальное определение термодинамических свойств веществ, расчет термодинамических функций простых и сложных систем), п.4 (теория растворов, межмолекулярные и межчастичные взаимодействия).

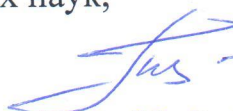
По актуальности поставленных и решенных в диссертационной работе задач, новизне, а также научной и практической значимости полученных

результатов, работа Белова А.В. удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям в пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», (утверждено Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842), а ее автор, Белов Алексей Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Доцент кафедры физической химии химического факультета  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
Высшего образования «Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова»

кандидат химических наук,

доцент

  
02.10.2015

Тифлова Людмила Александровна

119991, Москва, Ленинские горы, д.1. стр.3

8-(495)-939-16-37

Декан химического факультета

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
Высшего образования «Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова»

академик РАН, профессор



Лунин Валерий Васильевич