

**ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**  
**на выпускную квалификационную работу студента 4-го курса**  
**бакалавриата М.А. Костина «Исследование спектров ЯМР водородно-**  
**связанных самоассоциатов фосфиновых кислот в апротонных полярных**  
**растворах»**

Работа М.А. Костина посвящена исследованию комплексов с водородной связью, представляющих собой самоассоциаты молекул, обладающих одновременно протонодонорными и протоноакцепторными свойствами. Основным объектом исследования были выбраны фосфиновые кислоты, самоассоциация которых в полярных апротонных растворах изучена мало, а данные ИК и ЯМР спектроскопии прочности водородных связей несколько противоречивые, так что работа в данном направлении представляется актуальной. Также изучались комплексы мономеров фосфиновых кислот с пятихлористой сурьмой и комплексы  $\text{H}_3\text{PO}$  с различными донорами протона.

Экспериментально комплексы изучались при помощи сверхнизкотемпературной спектроскопии  $^1\text{H}$  и  $^{31}\text{P}$  ЯМР в растворе в сжиженных дейтерированных газах-фреонах  $\text{CDF}_3/\text{CDF}_2\text{Cl}$ , методику работы с которыми Михаил освоил в ходе работы. Теоретически комплексы исследовались с использованием квантово-механических расчетов, также освоенных Михаилом в программе Gaussian.

Результаты работы были доложены на международной конференции: «Science and Progress-2016». Михаил является соавтором еще двух работ, представленных на конференциях «Химия и химическое образование XXI века-2017» (Санкт-Петербург) и «Molecular interactions in chemistry and biology-2017» (Вроцлав, Польша). Также Костин – один из исполнителей гранта РФФИ 17-03-00497.

За время работы Михаил продемонстрировал взвешенный подход к эксперименту и к анализу экспериментальных данных, проявил себя как аккуратный и внимательный исследователь.

ВКР написана по существу, с акцентами на самых важных результатах, текст и иллюстрации хорошо продуманы. Экспериментальные результаты подробно обсуждены, выводы подтверждаются полученными результатами. Работа Костина удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам студентов четвертого курса бакалавриата.

Канд. физ.-мат. наук, доцент  
Директор РЦ МРМИ



П.М. Толстой