

**Отзыв****на автореферат диссертации Нелюбина Алексея Владимировича****"Синтез и реакционная способность производных клозо-додекаборатного аниона с экзо-полиэдрическими нитрилиевыми заместителями", представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 - Неорганическая химия**

Кластерные производные клозо-додекаборатного аниона  $[B_nH_n]^{2-}$  ( $n=10, 12$ ) находятся на стыке неорганической, элементарорганической и органической химии. Среди многих областей их практического применения необходимо выделить одну из важнейших - использование в  $^{10}B$ -нейтронозахватной терапии опухолей ( $^{10}B$ -НЗТ). Препарат сравнения, содержащий производное клозо-додекаборатного аниона  $Na_2[B_{12}H_{11}SH]$  и используемый в клинических исследованиях борнейтронозахватной терапии (**БНЗТ**), характеризуется достаточно высокой токсичностью и малой селективностью накопления в опухолевых клетках. Поэтому задача разработки новых эффективных методов направленного синтеза функциональных производных клозо-додекаборатного аниона и создания препаратов с заданными свойствами - повышением селективности их доставки и снижения токсичности, является **чрезвычайно актуальной**.

До недавнего времени считалось, что нитрилиевые производные клозо-додекаборатного аниона не могут быть выделены в свободном виде из-за их высокой реакционной способности. Диссертантом показано, что процесс нуклеофильного присоединения этого аниона к нитрилиевым производным позволяет получать в мягких условиях устойчивые гибридные образования с разными свойствами, в которых объединены молекулы кластерных анионов бора с соединениями различных классов. В работе выполнено большое по объему исследование, которое имеет важное **научное значение**. Разработан подход для направленного синтеза производных клозо-додекаборатного аниона с заданными свойствами, получено более 80 новых соединений, которые охарактеризованы методами мультитядерной ЯМР и ИК спектроскопии, ESI-HR масс-спектрометрии, элементного анализа, для многих из них выращены монокристаллы и методом РСА установлены их структуры. **Достоверность** результатов диссертационной работы, подтвержденных данными большого количества указанных современных методов исследования, не вызывает сомнений.

Для ряда синтезированных производных изучена первичная биологическая активность методами МТТ и связывания с белками плазмы и установлено, что изученные соединения проявляют меньшую цитотоксичность и большую селективность накопления в опухолевых клетках, чем препарат сравнения  $Na_2[B_{12}H_{11}SH]$ , что делает перспективными исследования возможностей их применения в клинической практике. Эти данные определяют **практическую значимость** работы Нелюбина А. В.

Основные результаты работы представлены в 4 статьях, опубликованных в отечественных научных журналах из списка ВАК РФ и в ведущем международном журнале в области химии и биохимии, а также в тезисах докладов нескольких российских и международных конференций.

В ходе прочтения работы возник ряд вопросов:

1. В тексте автореферата указано на невозможность получения производных клозо-додекаборатного аниона с нитрилами, содержащими ароматические заместители бензонитрил и нафтилнитрил. С чем связано данное обстоятельство?
2. В ходе работы исследовано взаимодействие нитрильных производных с различными органическими нуклеофилами. Проводилось ли исследование с S-нуклеофилами, например, тиолами?
3. В разделе, посвященном нуклеофильному присоединению C-нуклеофилов, указано, что борированные нитрилы могут вступать в реакцию с илидами фосфора. Возможно ли осуществить для полученных продуктов присоединения реакцию Виттига с органическими соединениями, содержащими карбонильные группы?

Данные вопросы носят дискуссионный характер и не умаляют достоинств проведенного исследования.

Работа А. В. Нелюбина является законченным исследованием, которое по актуальности, новизне, уровню решения поставленной задачи по синтезу, строению, свойствам, выявлению особенностей формирования производных клозо-додекаборатного аниона с экзо-полиэдрическими нитрильными заместителями соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Соискатель Нелюбин Алексей Владимирович заслуживает присуждения ему степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия.

Кандидат химических наук по специальности 02.00.01 – Неорганическая химия, доцент, доцент кафедры неорганической химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет) - СПбГТИ(ТУ)

Панина Наталия Сергеевна



Адрес СПбГТИ(ТУ) : Московский пр-т., 26, Санкт-Петербург, 190013

Тел.: +7(921)311-90-32 (моб.),

e-mail: nataliepanina2707@gmail.com

Подпись доц., Паниной Н.С. заверяю:

27 октября 2022 г.

Зем. парашютизм отделе  
кадров сотрудников  
СПбГТИ(ТУ)  
И. Сергеев СВ

