

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бигловой Юлии Николаевны «**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИНТЕЗА НОВЫХ МЕТАНОФУЛЛЕРЕНОВ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ**», представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальностям 02.00.04 – Физическая химия и 02.00.03 – Органическая химия

Сразу следует отметить, что диссертационная работа Юлии Николаевны очень актуальна, так как посвящена химии и использованию новой аллотропной модификации углерода фуллерену. Уникальные свойства молекулы  $C_{60}$  обуславливают потенциальные возможности их приложения в разных областях - медицине, биологии, технике. Среди фуллеренов найдены соединения с антивирусной, противораковой и антиоксидантной активностью. Между тем, с целью создания новых фармакозначимых аддуктов, интенсифицируются работы по синтезу комплексно- и ковалентносвязанных конъюгатов  $C_{60}$  с известными биомолекулами. Одно из перспективных направлений химии материалов на основе фуллеренов посвящено использованию производных  $C_{60}$  в качестве электроноакцепторных составляющих преобразователей солнечной энергии. Хотя на сегодня органические фотоэлементы по эффективности преобразования света несколько уступают традиционным кремниевым, ряд преимуществ (гибкость, технологичность, дешевизна и простота изготовления) позволяют считать их достойной альтернативой кремнию. В поиске и создании новых солнечных батарей с объемными гетеропереходами на основе малых молекул подключены крупнейшие фирмы и лаборатории из различных стран мира, а разработка методов получения пленкообразующих материалов с p-типа проводимостью на базе фуллереносодержащих мономеров и полимеров –продолжает быть насущной проблемой. В целом, прогресс в упомянутых и смежных областях невозможен без достижений в синтетической химии фуллеренов, поэтому вполне понятно, что исследовательские работы по методам получения новых производных  $C_{60}$  занимают ведущее положение.

В плане функционализации фуллереновой сферы важны разнообразные реакции  $[2+n]$ -циклоприсоединения, причем, как правило, реализуются случаи, когда  $n = 1, 2, 3$  и  $4$ . Наиболее привлекателен вариант  $[2+1]$  –как наиболее распространенный среди органиков-синтетиков. Способствует этому сравнительно недавно открытая Бингелем и ставшая базисным процессом при функционализации  $C_{60}$  реакция нуклеофильного циклоприсоединения фуллеренов со стабилизированными карбанионами.

**Цель работы** Бигловой Юлии Николаевны - разработка физико-химических основ эффективного синтеза новых функциональных производных фуллерена  $C_{60}$ .

### **Научная новизна**

В работе решена важная научно-прикладная проблема – предложенный впервые подход к получению метанофуллеренов, включающий участие циклопропанирующих агентов на основе производных дихлоруксусной кислоты (активированная дихлорметиновая функция) и галоидметилкетонов (активированная галоидметиленовая функция) при функционализации  $C_{60}$  в условиях реакции Бингеля. Это новое направление в химии фуллерена открывает широкие возможности для синтеза разнообразных фуллереносодержащих продуктов с целью последующего преобразования в практически значимые соединения для нанoeлектроники, биологии, медицины.

Впервые разработан и валидирован аналитический метод качественного и количественного определения содержания продуктов моно- и полициклопропанирования в реакционной смеси с использованием УФ-спектроскопии.

На примере превращений метанофуллеренов различного строения показана возможность их использования в реакциях радикальной и метатезисной полимеризации. Независимо от механизма преобразования, в обоих случаях в результате гомополимеризации фуллереносодержащих мономеров образуются нерастворимые продукты. Продемонстрирован потенциал возможного применения сшитых фуллереносодержащих полимеров для формирования буферных электронселективных транспортных слоев в инвертированных солнечных батареях. Как вариант получения растворимых высокомолекулярных соединений с запланированным содержанием  $C_{60}$  в макромолекулярной цепи, предложено вовлечение в процесс сополимеризации фуллереновых мономеров с хорошо растворяющимися сомономерами в различных мольных соотношениях.

Получен ряд новых целевого назначения полигетерофункционализи-рованных метанофуллеренов: конъюгаты фуллерена с (R)-2,2-дихлор-N-(1-фенилэтил)-ацетамидом, триметилфосфоноацетатом, 1,3,5-триметоксибензолом, метил-(2Z)-2,4,4-трихлор-3-метоксибут-2-еноатом, а также на базе производных додецилового и арахинового спиртов выделены «липофильные фуллерены». Осуществленный комплексный подход при изучении электрохимических и фотофизических свойств полигетерофункционализованных метанофуллеренов выявил возможность их использования как аналогов и заменителей [60]PCBM в преобразователях солнечной энергии.

### Публикации

Основное содержание диссертации изложено в 41 работе, из них 1 монография, 4 главы в книгах, 4 патента (1 Евразийский патент и 3 РФ), 32 статьи в отечественных и международных научных журналах, в том числе 5 обзорных (включены в перечень ВАК), а также более 100 тезисов докладов на всероссийских и международных конференциях.

### Структура и объем работы

Диссертация изложена на 317 страницах и включает 72 схемы, 22 таблицы и 69 рисунков. Работа состоит из введения, литературного обзора, обсуждения результатов экспериментальной части, выводов, списка цитируемой литературы (513 наименований) и приложения


Автором выполнен большой объём экспериментальной работы, связанной с синтезом, выделением и очисткой производных фуллерена а также их физико-химическими исследованиями, проведёнными на самом высоком уровне. Получены фотовольтаические преобразователи с объёмными гетеропереходами с использованием новых полученных автором фуллеренов. Следует отметить и очень информативный литературный обзор.

На основании вышеизложенного считаю, что автореферат диссертации Бигловой Юлии Николаевны **«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИНТЕЗА НОВЫХ МЕТАНОФУЛЛЕРЕНОВ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ»**, представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности

02.00.04 – Физическая химия и 02.00.03 – Органическая химия соответствует всем критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора химических наук, установленным в «Положении о порядке присуждения ученых степеней», утверждённом постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 с дополнениями от 21 апреля 2016 год № 335, а сама Юлия Николаевна Биглова заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по двум специальностям 02.00.04 – Физическая химия и 02.00.03 – Органическая химия.

9 декабря 2019 г.

ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», профессор кафедры органической химии, доктор химических наук

 / Абашев Георгий Георгиевич

Почтовый адрес: 614990, г. Пермь,  
ул. Букирева, 15  
телефон +89024769937  
e-mail: [info@psu.ru](mailto:info@psu.ru) [g.g.abashev@mail.ru](mailto:g.g.abashev@mail.ru)

Подпись профессора Г.Г. Абашева  
заверяю: 