

## ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА

Заседания диссертационного совета Д 002.085.01

На базе ФГБУН Института синтетических полимерных материалов

им. Н.С.Ениколопова

Российской академии наук

от 24 сентября 2020 года № 6

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ – член-корр. РАН, д.х.н А.Н.Озерин

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ – к.х.н. А.Н.Солодухин

### ПОВЕСТКА ДНЯ

Прием к защите диссертации А.А. Труль на тему: «Тиофенсодержащие полупроводниковые олигомеры и полимеры как перспективные материалы для детектирования токсичных газов с помощью органических полевых транзисторов», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.06 – Высокомолекулярные соединения, химические науки.

#### ПРЕДСЕДАТЕЛЬ:

На основании явочного листа на заседании присутствует 14 членов диссовета из 19.

Озерин А.Н.	д.х.н., чл-корр. РАН	02.00.06
Солодухин А.Н.	к.х.н.	02.00.06
Акопова Т.А.	д.х.н.	02.00.06
Бойко Н.И	д.х.н.	02.00.06
Евтушенко Ю.М.	д.х.н.	02.00.06
Зезин А.А.	д.х.н.	02.00.06
Зеленецкий А.А.	д.х.н.	02.00.06
Кузнецов А.А.	д.х.н.	02.00.06

Сергеев В.Г.	д.х.н.	02.00.06
Пономаренко А.Т.	д.х.н.	02.00.06
Пономаренко С.А.	д.х.н., чл-корр РАН	02.00.06
Серенко О.А.	д.х.н.	02.00.06
Чвалун С.Н.	д.х.н.	02.00.06
Шевченко В.Г.	д.х.н.	02.00.06

Необходимый кворум есть.

Экспертная комиссия в составе д. х. н. Шевченко В.Г., д. х. н. Кузнецов А.А. и д. х. н. Зезина А. А., утвержденная решением диссертационного совета, ознакомилась с диссертацией Труль Аскольда Альбертовича на тему «Тиофенсодержащие полупроводниковые олигомеры и полимеры как перспективные материалы для детектирования токсичных газов с помощью органических полевых транзисторов».

По результатам рассмотрения диссертации «Тиофенсодержащие полупроводниковые олигомеры и полимеры как перспективные материалы для детектирования токсичных газов с помощью органических полевых транзисторов» принято следующее заключение:

Диссертационная работа Труля А.А. направлена на установление взаимосвязи между химической структурой и методами формирования тонких пленок тиофенсодержащих олигомерных и полимерных полупроводников и электрическими свойствами ОПТ на их основе, а также на исследование сенсорных свойств таких ОПТ в атмосферном воздухе, содержащем сверхнизкие концентрации токсичных газов, таких как аммиак, сероводород и диоксид азота.

**Актуальность темы.** Органические полевые транзисторы (ОПТ) привлекают большое внимание исследователей по всему миру - за последние 10 лет каждый год публикуется более 1000 статей, посвященных таким устройствам на основе органических полупроводников, как правило, олигомеров или полимеров. Такой интерес обусловлен рядом преимуществ

ОПТ, таких как широкий выбор материалов для их создания, низкая стоимость за счет использования недорогих и масштабируемых технологий изготовления, возможность получать гибкие и прозрачные устройства. В тоже время, по сравнению с традиционными неорганическими полевыми транзисторами, ОПТ (особенно монослойные) обладают сильной чувствительностью к химическому, оптическому или механическому воздействию, что часто приводит к значительному изменению их электрических свойств, и обычно рассматривается как принципиальный недостаток. С другой стороны, высокая чувствительность к внешним воздействиям позволяет применять ОПТ в качестве высокочувствительных газовых сенсоров, фотодетекторов, датчиков давления. В частности, к моменту начала выполнения диссертационной работы была продемонстрирована возможность использования монослойных ОПТ в качестве сверхчувствительного (до  $50 \text{ млрд.}^{-1}$  долей) газового сенсора на оксид азота (II). Следует отметить, что проблема определения сверхмалых концентраций многих низкомолекулярных газов актуальна не только с научной, но и с практической точки зрения, в частности, для выявления маркеров ряда опасных легочных заболеваний, порчи мясных и морепродуктов на ранних стадиях, контроля качества воздуха в жилых зонах и т.д. Несмотря на высокую чувствительность ОПТ к ряду токсичных газов, недорогие сенсорные устройства на их основе пока не распространены из-за ряда недостатков, в частности чувствительности электрических характеристик ОПТ к присутствию в воздухе паров воды, что приводит к значительной деградации свойств сенсора во влажном воздухе; ограниченной селективности ОПТ, означающей, что ОПТ является чувствительным не только к целевому газообразному соединению, но и к другим соединениям, присутствующим в воздухе, причем чувствительность сенсора к посторонним газам обычно только незначительно отличается от чувствительности к целевому компоненту. Более того, на данный момент доступно малое количество данных, касающихся механизмов сенсорного

отклика ОПТ, что не позволяет выявить причины и устранить вышеперечисленные недостатки. Таким образом, исследование процессов и механизмов взаимодействия полупроводниковых слоев на основе молекул различного строения с токсичными газами, является актуальной задачей как с фундаментальной, так и с практической точки зрения.

**Цель** диссертационной работы заключалась в установлении влияния химической структуры и методов формирования тонких пленок тиофенсодержащих полупроводниковых олигомеров и полимеров и на электрические свойства ОПТ на их основе, а также в исследовании сенсорных свойств таких ОПТ в присутствии сверхнизких концентраций токсичных газов.

**Научная новизна** проведенных исследований. Впервые установлено влияние алифатических фрагментов в составе силоксановых димеров ВТВТ, а также методов и условий формирования их тонких полупроводниковых слоев на структуру, морфологию и электрические характеристики таких слоев в составе ОПТ. Впервые установлено влияние (сверх)малых концентраций аммиака, сероводорода и диоксида азота в составе атмосферного воздуха на ключевые электрические характеристики монослойных и печатных полимерных ОПТ. Разработан алгоритм измерения электрического отклика ОПТ, позволяющий различить токсичный газ и определить его концентрацию с помощью одного устройства. Предложен механизм взаимодействия олигомерных и полимерных полупроводниковых слоев в составе ОПТ с определяемыми газами.

**Практическая значимость работы** заключается в создании высокочувствительные многоцветных газовых сенсоров на основе тиофенсодержащих олигомерных и полимерных полупроводников. Такие сенсоры позволяют различать аммиак, сероводород и диоксид азота, а также определять их сверхмалые (вплоть до 10 млрд.<sup>-1</sup>) концентрации в составе атмосферного воздуха с различной влажностью. Продемонстрирована возможность создания портативного газоанализатора, позволяющего

измерять сенсорный отклик таких сенсоров с точностью, сравнимой с точностью лабораторного источника–измерителя.

Комиссия отмечает, что диссертация Труля А.А. соответствует специальности 02.00.06 – «Высокомолекулярные соединения» и отрасли науки – химические.

Автором по теме диссертации опубликовано 7 печатных работ (в том числе 6 статей – в изданиях, рекомендованных ВАК), в которых достаточно полно изложены основные положения и содержание проведенных теоретических и экспериментальных исследований.

#### **Заключение.**

В представленном виде диссертация Труля А.А. соответствует требованиям ВАК и может быть принята к защите Диссертационным советом Д 002.085.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Института синтетических полимерных материалов им. Н. С. Ениколопова» Российской академии наук (ИСПМ РАН).

#### **Постановили:**

1. Принять к защите диссертационную работу Труль А.А. на тему: «Тиофенсодержащие полупроводниковые олигомеры и полимеры как перспективные материалы для детектирования токсичных газов с помощью органических полевых транзисторов», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.06 – высокомолекулярные соединения.
2. Утвердить в качестве официальных оппонентов:

**Карпачеву Галину Петровну**, доктора химических наук, заведующую Лабораторией химии полисопряженных систем, ФГБУН Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, г. Москва;

**Трахтенберга Леонида Израйлевича**, доктора физико-математических наук, главного научного сотрудника Лаборатории функциональных

нанокомпозитов, ФГБУН Института химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, г. Москва

3. Утвердить в качестве ведущей организации Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Элементоорганических Соединений им. А.Н. Несмеянова Российской академии наук (ИНЭОС РАН), г. Москва.

6. Назначить срок защиты – 26 ноября 2020 года.

5. Утвердить список рассылки автореферата.

6. Разрешить печатание автореферата в количестве 120 экземпляров.

Открытым голосованием решение диссертационного совета принимается единогласно.

Председатель диссертационного  
совета Д 002.085.01, д.х.н., член-корр. РАН



А.Н. Озерин

Ученый секретарь, к.х.н.

А.Н. Солодухин