

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.063.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА
«ИНСТИТУТА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК»
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26 сентября 2022 г. № 177

О присуждении Кузнецову Сергею Михайловичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование деградации поливинилхлорида методом спектроскопии комбинационного рассеяния света», по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния по физико-математическим наукам принята к защите 27 июня 2022 года (протокол заседания № 171) диссертационным советом Д 002.063.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Института общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» (119991 Москва, ул. Вавилова, 38, совет создан приказом Рособрнадзора № 2048-1308 от 19 октября 2007 г.).

Соискатель Кузнецов Сергей Михайлович 1993 года рождения. В 2017г. соискатель окончил Физический факультет Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

В 2021 году соискатель окончил аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН» по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдано ИОФ РАН в 2022 г.

В настоящее время работает в отделе колебаний института общей физики им. А.М. Прохорова РАН в должности младшего научного сотрудника.

Работа выполнена в Отделе взаимодействия когерентного излучения с веществом Лаборатории гиперкомбинационных рассеяний Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Института общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук».

Научный руководитель – Сагитова Елена Александровна, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Лаборатории гиперкомбинационных рассеяний Отдела взаимодействия когерентного излучения с веществом ИОФ РАН.

Официальные оппоненты:

Паращук Дмитрий Юрьевич, доктор физико-математических наук, руководитель лаборатории органической электроники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова»,

Кудрявцева Анна Дмитриевна, кандидат физико-математических наук, высококвалифицированный ведущий научный сотрудник лаборатории «Когерентная оптика» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт спектроскопии Российской академии наук в своем положительном заключении, подписанном Климиным Сергеем Анатольевичем, кандидатом физико-математических наук, ведущим научным сотрудником, исполняющим обязанности заведующего лабораторией Спектроскопии конденсированных сред отдела Спектроскопии конденсированных сред ИСАН, и утвержденном Директором Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института спектроскопии Российской академии наук, доктором физико-математических наук, профессором Задковым Виктором Николаевичем, указала, что диссертация Кузнецова Сергея Михайловича «Исследование деградации поливинилхлорида методом спектроскопии комбинационного рассеяния света», являясь законченным научным исследованием, полностью удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Кузнецов Сергей Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

В отзыве указаны четыре замечания:

1. Формула (2) выведена без учета влияния резонансных эффектов. В то же время, согласно Таблице 2, положение полосы вблизи 1500 см^{-1} , относящейся к колебаниям двойной углеродной связи, зависит от длины волны возбуждающего света, что обусловлено сильной зависимостью положения резонанса для разной длины полиенов.
2. На стр. 41 указана мощность возбуждающего излучения на поверхности образца 80 мВт. Это достаточно большая мощность, которая может существенно нагревать образец, особенно в условиях существования электронных резонансов. Обсуждение данного обстоятельства не нашло место в диссертационной работе.
3. Экспериментальный метод, используемый диссертантом, называется

комбинационное рассеяние света. Общепринятое сокращение КРС. Сокращение КР, принятое автором, нужно рассматривать как сленг.

4. В работе изредка встречаются выражения, полученные переводом онлайн, так на стр. 41 написано «...декомпозируя спектр». В русской терминологии используется выражение «раскладывая на контура».

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 18 работ, из них в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК опубликовано 5 работ.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

- 1 Kuznetsov S.M., Sagitova E.A., Prokhorov K.A. *et al.* Raman spectroscopic detection of polyene-length distribution for high-sensitivity monitoring of photo- and thermal degradation of polyvinylchloride // Spectrochim. Acta - Part A Mol. Biomol. Spectrosc. Elsevier B.V., 2021. Vol. 252. P. 119494.
- 2 В.С. Новиков, С.М. Кузнецов, В.В. Кузьмин, К.А. Прохоров, Е.А. Сагитова, М.Е. Дарвин, Ю. Ладеманн, Л.Ю. Устынюк, Г.Ю. Николаева. Анализ природных и синтетических соединений, содержащих полиеновые цепи, методом спектроскопии комбинационного рассеяния // Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки, 2021, т. 500, № 1, стр. 26-33.
- 3 Novikov V.S., Kuzmin V.V., Kuznetsov S.M. *et al.* DFT study of Raman spectra of polyenes and β -carotene: Dependence on length of polyene chain and isomer type // Spectrochim. Acta - Part A Mol. Biomol. Spectrosc. Elsevier B.V., 2021. Vol. 255. P. 119668.
- 4 Kuznetsov S.M., Iablochnikova M.S., Sagitova E.A. *et al.* Raman Spectroscopy Study of Structurally Uniform Hydrogenated Oligomers of α -Olefins // Polymers (Basel). 2020. Vol. 12, № 9. P. 2153.
- 5 Kuznetsov S.M., Novikov V.S., Sagitova E.A. *et al.* Raman spectra of n-pentane, n-hexane, and n-octadecane: Experimental and density functional

theory (DFT) study // Laser Phys. IOP Publishing, 2019. Vol. 29, № 8. P. 085701.

На автореферат диссертации поступило два отзыва:

1. Из Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», подписал отзыв профессор, доктор технических наук Крит Борис Львович. Отзыв положительный, содержит три замечания: 1) не приведены спектры КР ПВХ, зарегистрированные при длинах волн возбуждения, отвечающих нерезонансным условиям возбуждения спектра; 2) не приведены спектры поглощения ПВХ; 3) автор исследует только коммерческие образцы чистого ПВХ, в которых нет таких добавок, как стабилизаторы и антиокислители. Стабилизаторы и антиокислители всегда присутствуют в изделиях из ПВХ, и в дальнейшей научной работе автору следует исследовать влияние таких добавок на процесс образования полиенов в ПВХ.
2. Из Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института имени П.Н. Лебедева, подписал отзыв высококвалифицированный ведущий научный сотрудник, кандидат физико-математических наук Мельник Николай Николаевич. Отзыв положительный, содержит одно замечание: 1) Декомпозиция полосы валентных колебаний $C=C$ связей в спектрах деградированного ПВХ представлена при использовании минимального числа компонент (1-3), и по результатам декомпозиции оценен диапазон длин полиенов. Однако, в автореферате недостаточно четко объяснено, почему число компонент при декомпозиции не соответствует числу возможных длин полиенов в оцененном диапазоне длин.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты и сотрудники ведущей организации широко известны своими достижениями в соответствующей

области науки и способны оценить научную и практическую значимость рассматриваемой в диссертации проблемы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

определены длины полиеновых последовательностей, колебания которых дают вклад в полосу, отвечающую валентным колебаниям $C=C$ связей, в спектрах КР образцов термо- и фотодegradированного ПВХ для длин волн возбуждающего излучения 488,0, 514,5, 532,0 и 647,1 нм;

показано, что для полиеновых последовательностей, содержащих 9 и более сопряженных $C=C$ связей, наличие *цис*-изомерии углеродного скелета полиеновых цепей приводит к увеличению частоты валентного колебания $C-C$ связей, а влиянием наличия *цис*-изомерии на частоту валентного колебания $C=C$ связей можно пренебречь по сравнению с влиянием количества сопряженных $C=C$ связей;

установлено, что для полиеновых последовательностей, содержащих 9 и более сопряженных $C=C$ связей, влияние на частоту валентного колебания $C=C$ связей наличия CH_3 групп или атактических олигомеров винилхлорида на концах последовательностей значительно меньше, чем влияние количества сопряженных $C=C$ связей (длины полиеновой последовательности). Таким образом, при определении длины полиеновой последовательности с помощью измерений частоты этого колебания в спектрах КР деградированного атактического ПВХ можно использовать формулы, полученные для *транс*-изомера полиеновой последовательности. Это значительно упрощает анализ спектров КР деградированного ПВХ с точки зрения определения содержания и распределения по длинам полиеновых последовательностей;

показано, что предложенную в диссертационной работе функциональную зависимость $\nu_{C-C} = 1082 + 476/n$, связывающую положение максимума (ν_{C-C}) полосы, соответствующей валентным

колебаниям С–С связей, в спектрах КР деградированного ПВХ с количеством сопряженных С=С связей в полиеновых последовательностях (n) можно использовать для оценки длины полиеновых последовательностей для широкого диапазона значений этой величины ($n = 3 - 25$);

объяснен эффект расщепления полосы, соответствующей валентным колебаниям С–С связей, в спектрах КР разветвленных алканов 5-метилундекана и 7-метилпентадекана;

определены наиболее энергетически выгодные при комнатной температуре конформации молекул разветвленных алканов 5-метилундекана и 7-метилпентадекана: конформация полностью вытянутой цепи и две конформации, содержащие две цепи разной длины в *транс*-конформации.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

впервые для деградированного ПВХ определены длины полиеновых последовательностей, колебания которых дают вклад в полосу КР, отвечающую валентным колебаниям С=С связей, для длин волн возбуждающего излучения 488,0, 514,5, 532,0 и 647,1 нм. Это расширило знания о распределении полиеновых последовательностей по длинам в деградированном ПВХ;

впервые для деградированного ПВХ предложена функциональная зависимость, которую можно использовать для оценки длины полиеновых последовательностей по положению максимума полосы КР, отвечающей валентным колебаниям С–С связей;

впервые установлено, что расщепление полосы, отвечающей валентным колебаниям С–С связей, в спектрах КР разветвленных алканов 5-метилундекана и 7-метилпентадекана наблюдается для молекул, имеющих в своей структуре две цепи разной длины в *транс*-конформации. Анализ расщепления этой полосы позволяет различать конформации молекул исследованных веществ по их спектрам КР и отличать эти вещества от их изомеров.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики заключается в том, что:

полученные в работе результаты могут быть использованы для анализа конформационного и изомерного состава веществ, содержащих алкильные цепи, а также для установления распределения по длинам полиеновых последовательностей в материалах на основе ПВХ;

результаты исследования спектров КР деградированного ПВХ могут применяться при неразрушающем анализе качества и оценке степени деградации материалов на основе ПВХ, включая полимерные нанокомпозиты и полимер-полимерные смеси;

результаты исследования разветвленных алканов 5-метилундекана и 7-метилпентадекана могут быть использованы при оценке качества машинных масел.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

экспериментальные данные получены с помощью современного оборудования и с использованием современных математических методов обработки данных. Полученные экспериментальные результаты являются воспроизводимыми, хорошо согласуются с результатами численных расчетов и с развитыми теоретическими представлениями и литературными данными. Положения и выводы, сформулированные в диссертационной работе, получили апробацию на российских и международных конференциях, а также опубликованы в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК.

Личный вклад соискателя состоит в постановке задач, планировании и проведении экспериментальных исследований методом спектроскопии КР, в проведении квантово-химических расчетов, в обработке и интерпретации полученных результатов, а также в подготовке материалов публикаций и в представлении результатов исследований на конференциях.

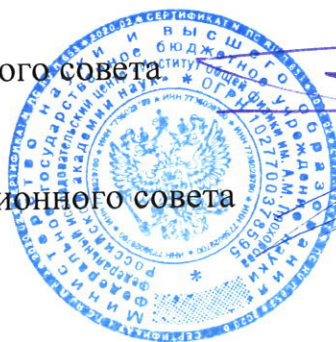
На заседании 26 сентября 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Кузнецову С.М. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за «18», против «0», недействительных бюллетеней «0».

Председатель диссертационного совета
член-корреспондент РАН

Ученый секретарь диссертационного совета
канд. физ.-мат. наук

27 сентября 2022 г.



С.В. Гарнов

А.А. Ушаков