

## **Отзыв**

**официального оппонента Сафиевой Равили Загидулловны  
на диссертацию Карачина Вячеслава Игоревича по теме:  
«Комплексный метод ПМР-релаксометрии и лазерной  
спектрофотометрии и измерительный комплекс для контроля  
характеристик n-парафинов в нефти», представленную на соискание  
ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8.  
«Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий,  
веществ и природной среды»**

### **Актуальность темы диссертации**

Актуальность разработки оригинальных отечественных технологий поточного контроля характеристик парафинсодержащих дисперсий в нефтяных средах предопределена рядом объективных причин: ростом доли нефтей с высоким содержанием парафинов в структуре добычи (до 20–30 %), недостаточно высокой точностью уже разработанных методик ((ГОСТ 11851-2018, ГОСТ 20287-2023), физическими ограничениями каждого из лежащих в основе этих методик известных методов, сложностью самого объекта исследований – сильной зависимостью характеристик парафинов в нефтяных системах от условий их кристаллизации, обычно в нефти, протекающей в присутствии смол и асфальтенов. Геополитические факторы в виде санкционных ограничений со стороны западных стран скорее следует рассматривать как сильный стимул к становлению отечественной приборной базы, хотя и в зарубежной практике не реализован поточный онлайн-контроль свойств парафинсодержащих дисперсий.

Предлагаемый автором комплексный подход, сочетающий протонную магнитную резонансную релаксометрию (ПМРР) и лазерную спектрофотометрию (ЛСФМ), перспективен для экспресс-анализа парафинсодержащих дисперсий.

**Анализ степени новизны исследований, обоснованности и достоверности научных положений, сформулированных в диссертации**

Диссертант выбрал в качестве объекта исследований парафинсодержащие дисперсии (нефти ПАО «Татнефть», ОАО «Трасннефть-Прикамье», СП «Вьетсовпетро» и дизельные топлива), среди возможных частиц дисперсной фазы которых наименее подвержены релаксации во внешнем магнитном поле парафины в силу неполярности из-за насыщенности ковалентных связей по сравнению с полярными смолами и асфальтенами. Для придания молекулам парафинов подвижности автор использует ЛСФМ, которую, как следствие, удается фиксировать методом ПМРР, что и составляет новизну данного исследования.

Корифеи аналитической химии в статье с нериторическим названием (Цизин Г. И., Золотов Ю. А. Какие аналитические приборы производят в России? // Журнал аналитической химии. – 2021. – Т. 76. – №. 4. – С. 369-379) среди известных приборов отечественных фирм не описывают методы ПМРР и ЛФСМ, как следствие, не указывают приборы, основанные на их комбинированном применении (ПМРР+ЛСФМ). Видимо, данный факт можно рассматривать как косвенное подтверждение новизны проведенных исследований.

Диссертационная работа содержит ряд новых научных результатов, среди которых следует особо выделить:

1. Установленные корреляции между концентрациями парафинов и параметрами ПМРР  $T_{2B}$  и ЛСФМ (сигнал на фототранзисторе). Эти корреляции являются основой для создания метрологически обеспеченных методик контроля в реальном времени.

2. Выявленные методами ПМРР и малоуглового рассеяния света фрактальные особенности строения сложных структурных единиц НДС при адсорбции н-парафинов.

3. Научное обоснование методики измерения концентрации парафинов по инкрементам времени спин-спиновой релаксации  $\Delta T_{2B}$ , возникающим при лазерном облучении. Данный подход является оригинальным и базируется на разработанной автором модели эволюции намагниченности в трехуровневой системе с оптической накачкой.

4. Разработка комплексного метода и измерительного комплекса, позволяющего реализовать синергетическое сочетание ПМРР и ЛСФМ для идентификации n-алканов и контроля температур застывания.

**Обоснованность и достоверность научных результатов** не вызывают сомнений.

Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается достаточным количеством наблюдений, использованием современных методов исследования, выбор которых соответствует цели работы и поставленным задачам. Сформулированные в тексте диссертации научные положения, выводы и практические рекомендации основаны на фактических данных, продемонстрированных в приведенных таблицах и рисунках. Статистический анализ и интерпретация полученных результатов проведены с использованием современных методов обработки информации и статистического анализа.

Материалы и основные научные результаты диссертации изложены в 10 печатных работах, проиндексированных в ВАК, Scopus и Web of Science, в том числе в патенте РФ, что подтверждает факт апробации результатов работы в профессиональной среде и профильных журналах и что отражает их достоверность и новизну.

### **Общая характеристика работы**

Диссертация представляет собой завершенное исследование, изложенное на 164 страницах печатного текста, содержит 12 таблиц и 69 рисунков, список литературы из 143 наименований. Структура работы

(введение, пять глав, заключение) отражает логику научного поиска: от анализа проблематики и состояния вопроса через теоретическое обоснование и разработку прибора к созданию методик и оценке их метрологических характеристик. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. Работа соответствует паспорту научной специальности 2.2.8.

### **Значимость полученных в диссертации результатов для науки и практики**

**Теоретическая значимость** работы состоит в развитии научных основ комплексного метода контроля характеристик *n*-парафинов, базирующегося на модели эволюции намагниченности протонов при лазерном облучении. Это расширяет возможности структурно-динамического анализа нефтяных дисперсных систем и создает теоретическую платформу для создания новых поколений измерительных средств, работающих на принципах квантовой оптики и ядерного магнитного резонанса.

### **Практическая значимость** подтверждается:

1. Разработкой экспресс-методик (время анализа 1–2 минуты) определения концентрации парафинов, температур застывания и идентификации *n*-алканов, которые могут быть использованы в промышленных лабораториях и системах автоматического контроля.

2. Созданием и успешной апробацией макета измерительного комплекса, сочетающего ПМР-релаксометр и лазерный спектрофотометр, являющегося прототипом для создания серийного проточного анализатора, в перспективе пригодного для применения в режиме «он-лайн».

3. Внедрением результатов в учебный процесс (кафедры приборостроения и цифровых систем КГЭУ) и в практику научных исследований, что подтверждено соответствующими актами.

Можно полагать, что разработанные методики позволят существенно повысить оперативность и достоверность контроля парафинов, что особенно

важно для предотвращения АСПО, оптимизации режимов транспорта и повышения качества товарной нефти.

### **Достоинства и недостатки диссертации**

К несомненным достоинствам работы следует отнести:

- Системный подход к решению проблемы, охватывающий теоретическое моделирование, приборную реализацию и метрологическое сопровождение методик.
- Оригинальность предложенного комплексного метода, позволяющего преодолеть «невидимость» парафинов для традиционных физических методов за счет лазерного возбуждения молекулярной динамики.
- Практическую ориентацию – все разработанные методики доведены до конкретных уравнений и алгоритмов.
- Широкую экспериментальную базу (нефти Татарстана, Западной Сибири, Вьетнама, стандартные образцы), что подтверждает универсальность подхода.

В качестве замечаний и пожеланий можно указать:

1. В работе не приведено сравнение разработанных методик с методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) для оценки температур застывания, хотя такой подход широко используется в нефтяной практике. Это могло бы дополнительно подтвердить достоверность результатов.
2. При обсуждении фрактальной модели ССЕ желательно было бы более детально обосновать связь параметра фрактальности с конкретным химическим составом парафинов (например, соотношением нормальных и изо-алканов).
3. В методике идентификации n-алканов по молекулярной массе, вычисляемой из времен релаксации, автор использует литературные

корреляции. Хотелось бы видеть прямые эксперименты на индивидуальных парафинах для подтверждения точности этого способа.

4. Есть досадные неточности/некорректные утверждения по тексту диссертации и автореферата, который снижают общее положительное впечатление от работы. Так, в диссертации на стр. 20 непонятно описание соотношения (1.3); на рис. 1.4 не указана длина волны, на которой проведены измерения интенсивности рассеяния света; на стр. 23 описан непонятный «фазовый переход ротаторного типа»; при описании рис. 1.6. не указаны условия, при которых сделаны микрофото непонятной нефти; используется термин овертон вместо обертона; стр. 26 – в БИК-анализе «отсутствует подготовка пробы» – это неверное утверждение; в уравнении (1.8) приведено конкретное значение коэффициента экстинкции и не указано для какой системы и ссылки нет; табл. 1.1 содержит не расшифрованные к моменту чтения величины в последней колонке.

Эти замечания не носят принципиального характера и не снижают общей высокой оценки диссертационной работы.

#### **Заключение по диссертационной работе**

На основании анализа содержания диссертации, автореферата и опубликованных работ можно заключить, что диссертация Карачина Вячеслава Игоревича является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача разработки комплексного метода и измерительного комплекса для оперативного контроля концентраций *n*-парафинов, температур застывания и идентификации индивидуальных алканов в нефти и нефтепродуктах. Полученные результаты обладают научной новизной, теоретической и практической значимостью, открывают новые возможности организации онлайн контроля парафиносодержащих дисперсий в промышленных условиях.

Диссертация соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (пп. 9–14), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Карачин Вячеслав Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8 – Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук,  
профессор кафедры физической и коллоидной химии  
ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина»

Сафиева Равиля Загидулловна

«09» сентября 2026 г.

Контактные данные:

119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 65, корп. 1

Тел.: +7 (910) 438-27-81

E-mail: safieva@mail.ru

