

УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по научной
деятельности и информатизации
Казанский национальный
исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ



В.М. Бабушкин

« 8 » сентября 2025 г.

Отзыв

ведущей организации на диссертацию Арсланова Амира Динаровича «Разработка новых методов и программно-технического обеспечения автоматизации измерений, диагностики состояния узлов и средств повышения надежности ПМР-анализатора нефти», представленной в диссертационный совет 24.2.310.01 ФГБОУ ВО «КГЭУ» 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

Необходимость в цифровизации, а также в импортозамещении и обновлении аппаратно-программного обеспечения предприятий нефтяной промышленности ставит актуальные задачи по обеспечению качественного контроля нефтяного сырья при его добыче и обработке. Появляется необходимость в формировании надежных автоматизированных средств контроля нефти на базе программно-измерительных комплексов (ПИК). Решить эти задачи можно использованием анализаторов, работающих на базе метода протонной магнитной резонансной (ПМР) релаксометрии, позволяющей единым прибором осуществлять неразрушающий, бесконтактный, проточный экспресс-контроль практически всех характеристик скважинной жидкости и нефти.

В работах научного руководителя соискателя (Арсланова А.Д.) – Козелкова О.В., а также профессора Кашаева Р.С. и его учеников, данная

тематика развита в части разработки аппаратуры и экспресс-методик контроля в проточном анализаторе нефти третьего поколения ПМРА-III. Однако за рамками тем их исследований остались методы диагностики работоспособности узлов ПМР-анализатора, средства повышения его надежности, а также методы определения серосодержания в нефти и автоматизация процесса экспресс-контроля физико-химических свойств (ФХС) нефтяных дисперсных систем (НДС). Из данного факта следует, что представленные в их работах технические средства не в полной мере отвечают современным требованиям к надежности функционирования при автоматическом экспресс-контроле характеристик нефти, что не позволяет им составить полноценную конкуренцию западным аналогам на объектах нефтепромысла РФ.

Актуальность диссертационного исследования Арсланова Амира Динаровича обусловлена решением данной научно-технической задачи. Решение поставленной задачи является чрезвычайно важным для импортозамещения и развития соответствующей отрасли отечественного приборостроения. Диссертация Арсланова Амира Динаровича посвящена разработке новых методов и программно-технического обеспечения автоматизации измерений, диагностики состояния узлов и средств повышения надежности ПМР-анализатора нефти ПМРА-IV. Представленная работа предлагает новые научно-технические *решения, внедрение которых может внести значительный вклад в развитие нефтяной отрасли страны и обновление программно-технического оснащения нефтяных месторождений*. Решение названных проблем обуславливает актуальность цели диссертации и решаемых задач.

Новизна полученных результатов и выводов

Научная новизна диссертации подтверждается корректной постановкой исследуемой проблемы, а также оригинальностью представленных средств достижения задач работы и заключается в следующих пунктах:

1. Реализованы алгоритмы, методы и средства диагностики технического состояния ПИК по избыточному уровню электромагнитных шумов его электронных узлов, определяемых собственными средствами ПМР-релаксометра без остановки его функционирования.

2. Разработана методика расчета числовых параметров диагностических характеристик надежности узлов ПИК, определяемых по параметрам измерительной последовательности импульсов в методе ПМР.

3. Разработан метод и программное обеспечение автоматизации измерений серосодержания и большинства характеристик нефти по параметрам сигналов измерений ПМРА-IV.

К основным пунктам практической значимости следует отнести:

1. Созданы алгоритмический аппарат и программное обеспечение для автоматизированной обработки данных результатов регистрации сигналов ПМР-анализатора при исследованиях характеристик скважинной жидкости (СКЖ) и нефти. Это позволяет автоматизировать экспресс-контроль НДС, увеличить достоверность измерений, подготовить ПМР-анализатор для внедрения в цифровые технологии добычи и подготовки нефти.

2. Разработана методика автоматизированного проточного экспресс-контроля концентрации содержания серы в нефти с использованием ПМР-анализатора. В данной методике используются экспериментально полученные соотношения, которые дополняют ряд существующих зависимостей для определения основных характеристик нефти по параметрам ПМР.

3. Внедрены дополнительные меры повышения надежности и достоверности измерений ПИК ПМРА-IV: зарезервированы отдельные ключевые элементы системы, использованы методики самодиагностики оборудования, усовершенствована программа управления системой пробоотбора, применены дополнительные средства повышения точности измерений.

4. Разработан испытательный стенд, позволяющий отработать разработанные средства диагностики элементов ПМРА-IV по уровню электромагнитных шумов, и метод автоматизированного контроля характеристик нефти по ПМР-параметрам.

Новизна алгоритмических и программных решений, приведенных в работе, подтверждена свидетельствами о регистрации программ для ЭВМ №RU2024615694 «Программа визуализации зависимостей характеристик нефти от параметров протонной магнитной резонансной релаксометрии для системы контроля проточного ПМР-анализатора» и №RU2024682954 «Программа автоматизированного контроля и обработки сигналов при

исследованиях характеристик нефти методом протонной магнитно-резонансной релаксометрии для системы экспресс контроля проточного ПМР-анализатора».

Результаты работы внедрены в ООО «Интеграл Плюс» и на кафедре «Приборостроение и мехатроника» ФГБОУ ВО «КГЭУ», где используются в образовательном процессе.

Обоснованность полученных научных результатов диссертации обеспечивается корректной постановкой задач, подтверждается независимой экспертизой, проведенной при рецензировании опубликованных статей и регистрации объектов интеллектуальной собственности, использованием фундаментальных принципов физики, отработкой новых методик на стенде, отсутствием противоречий с характеристиками эталонных образцов и опубликованными данными других исследователей.

Работу отличает всесторонний подход к исследованию рассматриваемых вопросов, последовательность изложения материала и оригинальность предложенных средств диагностики ПИК. Выводы представляются обоснованными, а предложенные методики эффективными и целесообразными, что позволяет добиться значимых результатов в развитии цифрового приборостроения в нефтедобывающей отрасли.

Стоит подчеркнуть систематичность проведенного исследования и хорошую последовательную структуру диссертации, состоящей из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 90 наименований и 6 приложений. Диссертация содержит 180 страниц текста, 4 таблицы и 34 рисунка. По теме диссертации опубликовано 18 работ, включая 1 статью в рецензируемом научном издании, индексируемом в международной базе данных SCOPUS; 2 статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК (категория К2) по специальности диссертации; 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ; 13 публикаций в сборниках материалов докладов международных и всероссийских конференций, в их числе 11 публикаций, включенных в РИНЦ.

Значимость результатов для науки и производства

Значимость результатов диссертации для науки и производства заключается в том, что в ней содержится разработка и апробация новых методов и программно-технического обеспечения автоматизации измерений, диагностики состояния узлов и средств повышения надежности ПМР-

анализатора нефти для обеспечения качественного экспресс-контроля НДС на современных месторождениях нефти. Другим важным результатом диссертации стала разработка и апробация метода автоматизированного экспресс-контроля серосодержания в нефти с применением ПМР-релаксометрии, которая позволяет расширить спектр возможностей улучшаемого анализатора.

Исходя из вышеизложенного, можно говорить о том, что результаты диссертационного исследования обладают несомненной теоретической и прикладной значимостью. Совокупность сформулированных в диссертации положений и предложенных решений развивает программно-техническое оснащение современных нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих компаний.

Вместе с тем диссертация не лишена недостатков:

1. В работе, на наш взгляд, с методологической стороны недостаточно полно обоснованы и отражены испытания разработанных методик диагностики и автоматизации измерений ПМР- анализатора;

2. Вопросы метрологии и оценки методической погрешности средств автоматизации измерений и контроля ПМРА-IV заслуживают большего внимания, чем это рассмотрено в диссертации;

3. Недостаточно ясности в методике адаптации алгоритмического обеспечения автоматизации измерений и диагностики для образцов нефти других месторождений;

4. Не представлена информация о влиянии внешних факторов (температуры окружающей среды, электромагнитного поля и т.д.) на процесс определения исправности плат релаксометра по их корреляции с параметрами измерительной последовательности в методике ПМР.

5. При описании структуры и принципа работы испытательного стенда не уточняется способ гомогенизации исследуемого вещества.

6. Хотелось бы видеть более подробное описание методики получения данных об интенсивности отказов элементов, представленных в таблице 2.1.

7. В разделе 2.3 желательно было привести экспериментальные распределения плотности вероятности исследуемых шумов для лучшего обоснования используемых критериев шумовой диагностики релаксометра ПМР.

8. В работе присутствует некоторая небрежность при оформлении формул, например, в формуле (1.40) используются два обозначения для одной и той же функции $P(t)$ и $R(t)$, в формуле (1.41) $R(t)$ лишняя, в формуле (1.51) используется лишний знак интеграла, в формуле (2.6) не указана переменная интегрирования.

Стоит отметить, что указанные замечания не снижают научной и методической ценности диссертационной работы и важности проведенных исследований.

Результаты диссертации рекомендованы к внедрению в образовательный процесс ФГБОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина», ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», ГБОУ ВО «Альметьевский государственный нефтяной институт».

Также рекомендуется внедрить применение ПМР-анализаторов нефти, в которых были практически реализованы результаты диссертационного исследования, в нефтегазодобывающих отделениях ПАО «Татнефть». К таким результатам работы относятся предложенные методы и средства диагностики ПИК, метод автоматизации измерений физико-химических свойств нефти, а также описанные в работе решения, повышающие надежность соответствующего оборудования.

Работу можно охарактеризовать последовательностью повествования, наличием новых обоснованных научно-технических результатов и актуальностью разработок. Представленная в данном отзыве информация позволяет сделать вывод о том, что диссертация Арсланова А.Д. «Разработка новых методов и программно-технического обеспечения автоматизации измерений, диагностики состояния узлов и средств повышения надежности ПМР-анализатора нефти» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему. Содержание диссертации соответствует автореферату и пунктам паспорта специальности 2.2.8 – Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды.

Диссертация Арсланова Амира Динаровича на тему «Разработка новых методов и программно-технического обеспечения автоматизации измерений, диагностики состояния узлов и средств повышения надежности ПМР-анализатора нефти» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям по пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней ВАК

Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 (в редакции Постановления Правительства РФ № 1382 от 16.10.2024), а ее автор Арсланов Амир Динарович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8 «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды».

Работа обсуждалась на заседании кафедры радиоэлектроники и информационно-измерительной техники федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» 05 сентября 2025, протокол № 2.

Заведующий кафедрой радиоэлектроники
и информационно-измерительной техники
ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технический
университет им. А.Н.Туполева-КАИ»
канд. техн. наук, доцент
Шахтурин Денис Владимирович



420111, г. Казань, ул. Карла Маркса, 31/7, 5-е учебное здание КАИ, к. 401,
Тел.: +7 (843) 231-59-47; e-mail: dvshakhturin@kai.ru

Составитель отзыва:
профессор кафедры радиоэлектроники
и информационно-измерительной техники
ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технический
университет им. А.Н.Туполева-КАИ»
д-р техн. наук, профессор
Евдокимов Юрий Кириллович



420111, Казань, ул. Карла Маркса, 31/7, 5-е учебное здание КАИ, к. 401,
Тел.: +7 (843) 231-59-25, e-mail: yukevdokimov@kai.ru.

Бабушкин Виталий Михайлович, доктор технических наук, доцент, и. о. проректора по научной деятельности и информатизации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»,
420111, Россия, г. Казань, ул. К. Маркса, 10.
Тел. +7 (843) 238-91-69, e-mail: [ymbabushkin@kai.ru](mailto:yumbabushkin@kai.ru)