

## Отзыв

на автореферат диссертации Юдина Ростислава Юрьевича  
«Косвенная оценка электротехнических и технологических параметров для  
управления установкой электроцентробежного насоса»,  
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук  
по специальности 2.4.2. «Электротехнические комплексы и системы».

### Анализ и общая характеристика работы

Представленная работа посвящена одной из наиболее актуальных задач современной нефтедобывающей отрасли — повышению эффективности управления установками электроцентробежных насосов (УЭЦН) на основе методов косвенной оценки параметров. Автор рассматривает комплексную научно-техническую проблему, связанную с высокой стоимостью прямых измерительных систем и необходимостью разработки интеллектуальных алгоритмов, обеспечивающих надежное и энергоэффективное управление технологическим процессом добычи нефти.

Диссертация отличается глубокой проработкой теоретических основ и высоким уровнем инженерной детализации. В ней предложена **концептуальная структура системы управления УЭЦН**, основанная на **сигма-точечном фильтре Калмана (STKF)** и **моделях машинного обучения (Random Forest)** для формирования виртуальных технологических показателей (в частности, дебита скважины). Такая интеграция классических методов идентификации и современных интеллектуальных технологий представляет собой важный вклад в развитие теории и практики электромеханических систем управления в нефтегазовой промышленности.

### Основные научные и практические результаты работы

1. **Методологическая новизна** работы заключается в применении сигма-точечного фильтра Калмана для решения задачи косвенной оценки параметров электроцентробежного насоса. Это позволило обеспечить высокую устойчивость и точность оценки при минимальном количестве физических датчиков.
2. **Разработана комплексная цифровая модель УЭЦН**, включающая как электротехнический, так и гидродинамический модули. Модель охватывает весь технологический контур — от станции управления с частотным преобразователем до притока жидкости к забою скважины, что обеспечивает возможность многофакторного анализа режимов работы установки.

3. **Создана система виртуального дебита**, использующая регрессионные алгоритмы машинного обучения. В результате достигнута высокая точность прогнозирования технологических параметров (ошибка MAPE менее 1%), что подтверждает корректность выбранного подхода.
4. **Практическая значимость** работы выражена в том, что разработанные алгоритмы реализованы на лабораторной полунатурной установке и в составе интеллектуальных систем управления, создаваемых в рамках НИОКТР по Постановлению № 218 Правительства РФ. Экспериментальные результаты подтвердили эффективность и достоверность разработанных решений.
5. Автор демонстрирует **высокую степень интеграции фундаментальной теории и инженерной реализации**: от строгой математической постановки до отработки алгоритмов в среде *Matlab/Simulink* и последующей аппаратной реализации на микроконтроллерной платформе *STM32MP157F-DK2*.

Полученные результаты представляют значительный вклад в развитие специальности «*Электротехнические комплексы и системы*» и соответствуют современным тенденциям цифровизации энергетических и технологических процессов.

Список опубликованных работ и перечень конференций, на которых докладывались и обсуждались основные положения диссертационной работы, позволяет судить о достаточно глубокой проработке автором рассматриваемой темы. В целом работа выполнена на высоком научно-техническом уровне.

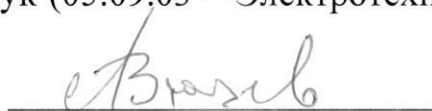
**К автореферату имеются следующие вопросы и замечания:**

1. Каким образом изменяются параметры фильтра Калмана при переходе системы в нестационарные режимы работы, например при кавитации или резких изменениях дебита скважины?
2. Рассматривались ли альтернативные методы машинного обучения (например, градиентный бустинг или нейронные сети) для повышения точности системы виртуального дебита, и почему был выбран именно метод *Random Forest*?
3. Возможна ли масштабируемость предложенного метода для группового управления фондом скважин с распределенной архитектурой, и какие при этом предъявляются требования к вычислительным ресурсам?

4. Из текста автореферата не ясно, из чего складываются затраты на реализацию представленного проекта?
5. В некоторых уравнениях (например, 1) векторы обозначаются символами со стрелочкой, а в некоторых (например, 5) – жирными символами.

Указанные замечания не снижают научную и практическую значимость работы. Исходя из содержания автореферата в целом, считаю, что диссертационная работы Юдина Ростислава Юрьевича соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. «Электротехнические комплексы и системы».

Профессор кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок»  
Уральского энергетического института  
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,  
доктор технических наук (05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы),  
профессор



Зюзев Анатолий Михайлович

01 ноября 2025 г.

620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19, УрФУ, УралЭНИИ  
кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»,  
Тел. 8(343) 357-46-46, e-mail: a.m.zyuzev@urfu.ru

ПОДПИСЬ  
ЗАВЕРЯЮ.



УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УРФУ  
МОРОЗОВА В.А.

