

## **О Т З Ы В**

**официального оппонента  
на диссертационную работу  
Ядаровой Ольги Николаевны  
«Система управления вентиляторной  
установкой на основе доплеровского  
ультразвукового контроля расхода воздуха»,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности  
05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы**

Для рассмотрения официальному оппоненту представлены следующие материалы:

- 1) диссертационная работа на 152 страницах машинописного текста формата А4, состоящая из введения, четырех глав, заключения, списка используемой литературы и четырех приложений;
- 2) автореферат на 20 страницах формата А5.

### **Актуальность темы**

Актуальность проблемы контроля режимов работы электроприводов вентиляторов и характеристик создаваемых ими воздушных потоков обусловлена с одной стороны широким применением вентиляторных установок в различных отраслях промышленности, агропромышленном комплексе, теплоэнергетике и жесткими требованиями к современным технологиям с точки зрения энерго- и ресурсосбережения с другой стороны. Поэтому актуальность темы диссертационной работы Ядаровой О. Н., которая посвящена разработке методики доплеровского ультразвукового контроля воздушного потока и синтезу системы автоматического управления вентиляторной установкой на ее основе не вызывает сомнений.

## **Оценка структуры содержания работы**

Наименование и содержание глав диссертационной работы объединено внутренним единством достижения поставленной цели и решением широкого круга теоретических и практических задач, направленных на повышение эффективности проектирования и эксплуатации систем вентиляции.

Во В в е д е н и и обоснованы актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследования, сформулированы научная новизна и практическая значимость исследования, показано соответствие диссертации паспорту научной специальности, приведены сведения по апробации работы.

В п е р в о й г л а в е проведен анализ существующих способов регулирования производительности вентиляторов, контактных и бесконтактных методов контроля воздушных и газовых потоков, на основании которого автором определены достоинства и недостатки существующих методов и намечены пути исследования.

Во в т о р о й г л а в е предлагается математическая модель интегрального доплеровского ультразвукового рассеяния в создаваемом вентилятором воздушном потоке, проводится анализ звеньев системы автоматического управления электроприводом вентиляторной установки и ее компьютерное моделирование.

Т р е т ь я г л а в а посвящена разработке методики экспериментальных исследований и созданию экспериментальной установки, моделированию и контролю воздушного потока с использованием математического аппарата искусственных нейронных сетей, а также обработке и анализу результатов экспериментальных исследований.

В ч е т в е р т о й г л а в е приводятся результаты идентификации звеньев, компьютерного моделирования, синтеза и экспериментального исследования системы автоматического управления вентиляторной установкой.

В з а к л ю ч е н и и сформулированы основные результаты диссертационной работы.

## **Методы и методология исследования**

В диссертационной работе использованы методы теоретических основ электротехники, теории автоматического управления, математической физики, теории измерений, цифровой обработки сигналов, функционального программирования и математический аппарат искусственных нейронных сетей.

**Достоверность полученных результатов и обоснованность выводов** подтверждаются корректным использованием выбранных моделей и совпадением результатов математического моделирования, имитационного моделирования и экспериментальных измерений.

**Научная новизна** представленной диссертационной работы заключается в следующем:

1. Обоснована и экспериментально реализована новая методика контроля скорости генерируемого вентилятором потока воздуха на основе доплеровских ультразвуковых измерений.

2. На основе экспериментальных данных показана возможность синтеза замкнутой системы автоматического управления приводом вентилятора на базе дистанционного ультразвукового контроля воздушного потока при возмущающем воздействии, меняющем аэродинамические характеристики системы.

3. Впервые для оценки зависимости между режимом работы привода вентилятора и параметрами генерируемого потока воздуха при обработке ультразвуковых сигналов использована рекуррентная нейронная сеть на основе многослойного персептрона.

**Практическая ценность диссертационного исследования** заключается в том, что:

1. Результаты могут использоваться для повышения эффективности работы вентиляторных установок в составе электротехнических комплексов за счет разработки систем автоматического управления приводом.

2. Предлагаемый подход позволяет бесконтактно контролировать открытый воздушный поток на выходе системы независимо от типа привода и самого вентилятора, вносить соответствующие поправки в традиционные алгоритмы автоматизированного управления приводами вентиляторов, штор, заслонок.

3. Доплеровский ультразвуковой контроль может эффективно использоваться для оценки концентрации примесей в агенте сушки для управления приводами вентиляторов в сушильных агрегатах.

4. Методика может использоваться как в составе автоматизированных систем управления, так и для разового контроля вентиляторных агрегатов, газовых выбросов и т.д.

### **Апробация работы**

Работа прошла хорошую апробацию. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на Всероссийских и межрегиональных конференциях и опубликованы в двадцати пяти печатных работах, в том числе: в десяти статьях в изданиях из Перечня ВАК.

**Автореферат** отражает основное содержание диссертационной работы, написан литературным языком с использованием терминологии, принятой в данной отрасли науки и техники, стиль изложения – доказательный.

### **По диссертационной работе имеются следующие замечания:**

1. Во второй главе автор определяет передаточные функции звеньев системы автоматического управления вентиляторной установкой с использованием математического аппарата теории автоматического управления, а в выводах к этой главе этот процесс уже назван идентификацией. При этом задача идентификации во второй главе не ставилась и методы идентификации не применялись.

2. Проводя анализ системы автоматического управления вентиляторной установкой во второй главе и ее моделирование в четвертой главе, автор не указывает единицы измерения коэффициентов передачи отдельных звеньев и

системы управления в целом, а также единицы измерения постоянных времени.

3. В схеме эксперимента на рисунке 36 используется фильтр низкой частоты, который также будет вносить некоторое запаздывание, оказывая влияние на доплеровский сдвиг. В тексте диссертации не указано, учитывалось ли влияние фильтра при выделении доплеровского сдвига и какие фильтры низкой частоты при этом использовались?

4. При синтезе системы автоматического управления вентиляторной установкой получен пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор, однако не ясно, каким образом определена его передаточная функция и коэффициенты?

5. Имеются замечания по оформлению диссертации:

а) на с. 56 имеется ссылка на кривую 3 рисунок 19, однако на этом рисунке приводятся две кривые;

б) на рисунке 26 приводится логарифмическая частотная характеристика разомкнутой системы автоматического управления вентиляторной установкой, однако в тексте диссертации отсутствует анализ этой характеристики;

в) при анализе переходных процессов в разомкнутой системе на рисунке 30 не проведена количественная оценка изменения скорости вращения вентилятора;

г) в схеме на рисунке 67 не показаны узлы электрических цепей.

Оценивая уровень работы в целом, считаю, что диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование на соискание ученой степени кандидата технических наук, в ней содержится решение задачи разработки методики доплеровского ультразвукового контроля воздушного потока и синтеза системы автоматического управления вентиляторной установкой на ее основе, которая имеет существенное значение для теории и практики автоматизированных систем контроля

режимов работы электроприводов вентиляторов и характеристик создаваемых ими воздушных потоков.

Представленная диссертационная работа «Система управления вентиляторной установкой на основе доплеровского ультразвукового контроля расхода воздуха», соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор – Ядарова Ольга Николаевна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент

заведующий кафедрой  
электропривода и электротехники  
Федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования «Казанский национальный  
исследовательский технологический университет»,  
доктор технических наук, доцент,  
Макаров Валерий Геннадьевич

Докторская диссертация защищена по специальности  
05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»,  
кафедра электропривода и электротехники  
420015 г. Казань, ул. К. Маркса, 68  
тел. (843) 231-41-27  
e-mail: [electroprivod@list.ru](mailto:electroprivod@list.ru)