

## ОТЗЫВ

**Официального оппонента Авсиевича Александра Викторовича на диссертацию Ульянова Александра Дмитриевича «Формирование автоматической системы диагностирования колебательных промышленных объектов с запаздыванием», представленную на соискание степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)»**

### **Актуальность темы исследований**

Оперативная и достоверная информация о техническом состоянии промышленных объектов, полученная в процессе их нормального функционирования, является необходимым атрибутом повышения эффективности и качества решения спектра задач по диагностированию и дальнейшей эксплуатации промышленных объектов.

Актуальность диссертации Ульянова Александра Дмитриевича заключается в том, что разработанные им методы идентификации и диагностирования колебательных промышленных объектов с запаздыванием в отличие от традиционных способов определения технического состояния объекта позволяют:

- оперативно определять значения структурных параметров диагностируемых промышленных объектов по значениям резонансных частот в процессе их нормального функционирования, что позволяет точно определить сроки ремонтных мероприятий и продлить сроки эксплуатации оборудования,
- использовать разработанные модели и алгоритмы в автоматизированных системах диагностирования.

### **Анализ содержания диссертации, её завершенность**

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных литературных источников и приложения

**Во введении** дана общая характеристика изучаемой предметной области, обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы её цель и основные задачи исследований, представлены выносимые на защиту положения, научная новизна, практическая значимость результатов исследования, сведения об апробации работы, публикациях и структуре диссертации.

**В первой главе** на основе проведения анализа методов идентификации и диагностировании промышленных объектов была сформулирована задача идентификации и диагностирования, приведены основные термины и определения используемые в работе, представлены классификации моделей идентификации и диагностирования промышленных объектов, а так обоснованно использование детерминированных методов и определены основные цели формирования автоматических систем диагностирования.

**Вторая глава** содержит анализ существующих методов идентификации промышленных объектов по результатам анализа коэффициентов дифференциальных уравнений и влияния запаздывания на результат идентификации. Автор приводит описание разработанного метода вторичной идентификации, который позволяет получить оптимальные с точки зрения задачи



диагностики значения передаточной функции любой сложности с учетом запаздывания. В главе приводятся примеры идентификации разработанным методом гидрогенератора Братской ГЭС и линейной стационарной системы автоматического регулирования скорости двигателя постоянного тока.

**В третьей главе** приводится разработанный автором метод определения критерия устойчивости автоматической системы регулирования и рассматривается применение модального способа определения параметров ПИД-регулятора для промышленных объектов с запаздыванием. При использовании предложенной автором методики определения критерия устойчивости, автор предлагает использовать данный критерий не только для поддержания системы в устойчивом состоянии, но для ввода системы в контролируемый колебательный режим для последующего применения методов диагностирования. Автор приводит пример использования модального способа определения параметров ПИД-регулятора на примере системы автоматического регулирования скорости вращения гидрогенератором Братской ГЭС, использует две схемы с префильтром и без него. Схема без префильтра даёт лучшие показатели регулирования, но автор предлагает увеличить интервал поиска параметров ПИД-регулятора, что позволяет еще улучшить данные показатели.

**В четвертой главе** автор приводит разработанный резонансный метод диагностирования. Приводит его подробное описание, дает определение методу пробных подключений с примерами использования. Для реализации резонансного метода диагностирования необходимо решить систему нелинейных уравнений в котором число уравнений должно соответствовать числу диагностируемых параметров. Автор предлагает решать данную систему символьным методом, что позволяет получить несколько решений, из которых персонал, проведя эвристический анализ, должен выбрать верное. Апробация данного метода приведена на примере нескольких объектов: системы зажигания, подвеска автомобиля, двигатель постоянного тока.

**В пятой главе** приводится описание автоматической системы диагностирования, которая включает в себя все методы и алгоритмы разработанные автором в ходе диссертационного исследования. Автор приводит структуру разработанной автоматической системы и дает подробное описание работы всех её функциональных блоков.

Каждая глава содержит выводы, а в заключении приведены результаты сформулированных в диссертации задач, что позволяет судить о достижении соискателем поставленной цели.

### **Новизна полученных результатов**

Новизна проведенных научных исследований заключается в разработке и исследовании:

- метода вторичной идентификации, позволяющего получить значения параметров исследованного объекта с любой точностью, при помощи вычислительной техники,
- критерия устойчивости систем автоматического регулирования с помощью которого можно не только оценить степень надежности используемой системы,



но и ввести её в колебательный режим, для проведения дальнейших экспериментов,

- резонансного метода диагностирования промышленных объектов. Данный метод позволяет по значениям резонансных частот определить структурные параметры диагностируемого объекта, и в режиме нормального функционирования получить диагностическую информацию о техническом состоянии объекта.

- автоматической системе диагностирования, которая совмещает в себе все разработки автора и позволяет обеспечить своевременную диагностику объекта.

### **Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Автором достаточно грамотно были выбраны методы исследования для достижения цели, сформулированной в диссертации, и решения поставленных в ней задач. Предложенные в работе методы идентификации и диагностики, аналитические расчеты и результаты вычислительных экспериментов позволили убедительно обосновать и сформулировать научные положения, выносимые на защиту.

Научные исследования проводились при широком использовании научных работ зарубежных и отечественных учёных в области автоматике, системного анализа, диагностики. Все это позволяет судить об обоснованности полученных результатов решения поставленных задач.

Достоверность полученных соискателем результатов подтверждается разработкой и регистрацией автоматической системы диагностирования.

Справедливость выводов относительно эффективности разработанных моделей и алгоритмов подтверждена вычислительными экспериментами реальных промышленных объектах.

### **Значимость для науки и практики полученных автором результатов**

Теоретическая ценность научного исследования заключается в разработке новых моделей и алгоритмов идентификации и диагностики промышленных объектов с запаздыванием. Диссертация также вносит вклад в развитие теории устойчивости систем автоматического регулирования и определение настроечных параметров ПИД-регулятора.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанные модели и алгоритмы идентификации используются для:

- повышения точности идентификации промышленных объектов с запаздыванием до любого, требуемого, уровня,
- определения числовых значений ключевых структурных параметров диагностируемого объекта,
- создания автоматической системы диагностирования, позволяющей производить диагностику на большинстве электрических и механических промышленных объектов.

1. На приведенной блок-схеме алгоритма вторичной идентификации непонятны условия переходов заданные в первых двух логических блоках сверху (рис. 2.4., стр.45).

2. На блок-схеме не полное условие логического блока «На листе существуют графические», а также не понятно для чего производится вывод надписи «Удаление графических объектов невозможно» если их не существует по условию (рис. 5.2., стр.100).

3. В работе не ясно, предложенный автором метод определения критерия устойчивости автоматической системы регулирования, применяется только для турбины гидроагрегата, или может быть распространен на другие ПО с запаздыванием.

#### **Соответствие диссертации паспорту специальности**

Тема и содержание диссертации соответствуют пунктам 2, 6, 13, 14 паспорта специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)»

#### **Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Автореферат дает достаточно полное представление о диссертации и отражает её основные идеи и выводы, объем составляет 22 страницы.

#### **Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011**

Оформление диссертации и автореферата в целом соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

#### **Заключение**

Оценивая работу в целом, следует отметить её высокий уровень, научную обоснованность и новизну технических решений, доказательность изложения их в тексте диссертации, актуальность и ценность результатов, как с теоретической, так и с практической точек зрения.

Диссертация Ульянова Александра Дмитриевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научные результаты и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие идентификации и диагностировании промышленных объектов с запаздыванием. Рассмотренные модели и алгоритмы позволяют решить актуальную задачу оперативного определения параметров исследуемых объектов и продления их срока эксплуатации в целом.

Достоверность полученных автором результатов, выводов и заключений обоснована и подтверждается на использовании достаточного количества исходных данных, требований, обоснований, примеров, отечественных и зарубежных научных публикаций.

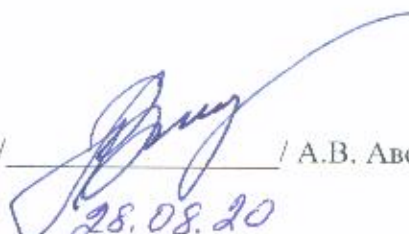
Изложения основных результатов диссертации проведено хорошим техническим научным языком, оформление материалов соответствует всем требованиям.



По научным результатам диссертации опубликовано 20 печатных работ, из них 4 в реферируемых журналах из перечня ВАК РФ, статья в журнале, входящем в международную базу цитирования Scopus, издана монография, получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Представленная диссертация соответствует специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность) и полностью отвечает требованиям пунктов 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ, а её автор Ульянов Александр Дмитриевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

Официальный оппонент – заведующий кафедры Мехатроники, автоматизации и управление на транспорте, к.т.н., ФГАОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения».

  
/ А.В. Авсиевич  
28.08.20

Подпись Авсиевича Александра Викторовича удостоверяю: проректор по научной работе и инновациям СамГУПС

  
 / М.А. Гаранин