



Государственный научный центр Российской Федерации
Федеральное автономное учреждение

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ
(ФАУ «ГосНИИАС»)**

Юридический адрес: Викторенко ул., д.7, корп.2, г. Москва, 125167
Для почтовых отправлений: 125319, г. Москва, а/я 55
Тел.: (499) 157-7047, факс: (499) 943-86-05, e-mail: info@gosniias.ru;
<http://www.gosniias.ru>

ОКПО: 51610303, ОГРН: 1227700109295, ИНН/КПП: 7714482225/771401001

28.03.2022 № 2200/1709

На № _____ от _____



Утверждаю
заместитель Генерального директора
д.т.н., профессор
профессор РАН

В.В. Косьянчук

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального автономного учреждения

«Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» на диссертационную работу Демченко Алексея Геннадьевича на тему «Метод диагностирования технических состояний бортовой системы электроснабжения переменного тока воздушных судов», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.14 – «Эксплуатация воздушного транспорта».

Актуальность темы исследования.

Анализ безопасности полётов показывает, что до 5% авиационных инцидентов и происшествий происходят из-за отказов агрегатов бортовой системы электроснабжения (СЭС). Отказы агрегатов бортовых СЭС ВС напрямую влияют на работу электрооборудования остальных систем ВС, являющихся приёмниками электроэнергии, приводя, таким образом, к зависимым отказам приёмников электроэнергии. В связи с этим, задача технического

диагностирования и прогнозирования технического состояния бортовой СЭС ВС в настоящее время весьма актуальна. Решение данной задачи предполагает получение алгоритма диагностирования, который позволит получить расширенное множество технических состояний канала бортовой СЭС ВС, на основе значений определяющих параметров, а также получить прогнозирование значений определяющих параметров, таким образом, можно будет контролировать поведение бортовой СЭС ВС при любом ненормальном режиме, снижая тем самым вероятность возникновения аварийных ситуаций в полёте.

Общая методология исследования.

Разработанный научно-методический аппарат базируется на использовании методов математического и имитационного моделирования электроэнергетических систем и их элементов. Отличительными особенностями методологии являются алгоритмы диагностирования, позволяющие различать технические состояния канала бортовой СЭС ВС переменного тока постоянной частоты и получить таким образом расширенное множество технических состояний.

Оценка структуры и содержания работы.

Диссертационная работа имеет чёткую логическую взаимосвязанную структуру. Она демонстрирует глубокие знания автором вопросов, относящихся как к теоретической, так и к практической реализации выполненных исследований. Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка сокращений, списка литературы и приложения общим объёмом 234 страницы печатного текста. Основная часть диссертации изложена на 176 страницах и содержит 59 рисунков и 4 таблицы. Объём и структура диссертации и автореферата соответствуют рекомендациям ВАК РФ и ГОСТ 7.011-2011.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций.

Результаты, полученные автором, разработанные методы и алгоритмы, базируются на фундаментальных результатах математического моделирования

электроэнергетических систем и их элементов. Оценка точности математического и имитационного моделирования производилась как на основе сравнения результатов моделирования с результатами испытания реальных систем, так и с учётом определения погрешности моделей, обусловленной неточностью исходных данных.

Научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Разработана математическая модель бортового генератора переменного тока (авиационного синхронного генератора серии ГТ) с учётом насыщения его магнитной цепи.

2. Разработана математическая модель регулятора напряжения.

3. В среде имитационного моделирования MATLAB/Simulink разработаны имитационные модели агрегатов канала бортовой СЭС ВС переменного тока постоянной частоты: бортового генератора переменного тока (авиационного синхронного генератора серии ГТ), регулятора напряжения, привода постоянной частоты вращения, линейной и нелинейной трёхфазных статических нагрузок, линейной однофазной статической нагрузки, контакторов трёхфазных и однофазной нагрузок.

4. На основе разработанных имитационных моделей при разложении в ряд Фурье мгновенных значений напряжений фаз «А», «В» и «С» в точке регулирования определены значения определяющих параметров: коэффициентов гармонических составляющих напряжений фаз «А», «В» и «С», коэффициенты искажения напряжений фаз «А», «В» и «С», а также действующие значения напряжений фаз «А», «В» и «С» в точке регулирования для каждого отдельного технического состояния из расширенного множества технических состояний канала бортовой СЭС ВС переменного тока постоянной частоты.

5. Определены различающие функции для каждого отдельного технического состояния из расширенного множества технических состояний канала бортовой СЭС ВС переменного тока постоянной частоты.

6. Выполнено прогнозирование значений определяющих параметров: коэффициентов гармонических составляющих напряжений фаз «А», «В» и «С», коэффициентов искажения напряжений фаз «А», «В» и «С», а также действующих значений напряжений фаз «А», «В» и «С» в точке регулирования с помощью интерполяционных полиномов Лагранжа.

7. Разработан алгоритм диагностирования технических состояний канала бортовой СЭС ВС переменного тока постоянной частоты с прогнозированием значений определяющих параметров.

Практическая значимость работы состоит в следующем

1. Разработанный в работе алгоритм диагностирования технических состояний канала бортовой СЭС ВС переменного тока постоянной частоты с прогнозированием значений определяющих параметров может быть использован для модернизации существующего оборудования канала бортовой СЭС ВС переменного тока постоянной частоты с добавлением необходимого функционала для диагностирования технических состояний канала бортовой СЭС ВС переменного тока постоянной частоты с прогнозированием значений определяющих параметров.

2. Результаты, полученные в работе, могут быть использованы при разработке методов диагностирования технических состояний в бортовых СЭС ВС переменного трёхфазного тока номинальным напряжением 230/400 В постоянной номинальной частоты 400 Гц, бортовых СЭС ВС переменного трёхфазного тока номинальным напряжением 115/200 В переменной частоты 360...800 Гц, бортовых СЭС ВС переменного трёхфазного тока номинальным напряжением 230/400 В переменной частоты 360...800 Гц.

3. Результаты, полученные в работе, могут быть использованы для модернизации бортовых систем технического обслуживания (БСТО) современных ВС с добавлением функций системы управления техническим состоянием (ИСУТС), а также при разработке БСТО перспективных ВС.

4. Разработанные математические и имитационные модели бортового генератора переменного тока (авиационного синхронного генератора серии ГТ),

регулятора напряжения, привода постоянной частоты вращения, линейной и нелинейной трёхфазных статических нагрузок, линейной однофазной статической нагрузки, контакторов трёхфазных и однофазной нагрузок могут быть использованы при разработке СЭС перспективных ВС.

Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации.

Содержание автореферата полностью соответствует тексту диссертационной работы, как полученные в ней научные результаты, так и основные выводы, и приведённые рекомендации.

Соответствие содержания диссертации содержанию опубликованных работ.

Основные результаты исследования опубликованы в 14 печатных работах, которые включают 6 статей из перечня ВАК. Защищаемые положения, выводы и рекомендации достаточно полно отражены в публикациях автора.

Соответствие темы диссертации заявленной научной специальности.

Тема диссертационной работы соответствует паспорту специальности 05.22.14 – «Эксплуатация воздушного транспорта», а именно пункту 1 формулы специальности (воздушные суда, авиационные двигатели, гидромеханические системы, авионика, электрооборудование и другие функциональные системы воздушных судов; наземная авиационная техника) и пункту 9 перечня областей исследования (разработка методов и средств диагностирования и прогнозирования технического состояния авиационной техники и метрологического обеспечения).

Значимость результатов, полученных автором диссертации для развития соответствующей отрасли науки.

Значимость результатов, полученных в диссертации для развития соответствующей отрасли науки заключается в следующем:

- определено расширенное множество технических состояний канала бортовой СЭС переменного тока;
- предложен метод диагностирования расширенного множества технических состояний канала бортовой СЭС переменного тока;

– получены различающие функции расширенного множества технических состояний канала бортовой СЭС переменного тока;

– получен алгоритм диагностирования расширенного множества технических состояний канала бортовой СЭС переменного тока с прогнозированием значений определяющих параметров.

Полученные в диссертационной работе результаты могут быть также использованы при анализе СЭС как объектов диагностирования технического состояния для перспективных современных ВС: бортовых СЭС переменного трёхфазного тока номинальным напряжением 230/400 В постоянной номинальной частоты 400 Гц, бортовых СЭС ВС переменного трёхфазного тока номинальным напряжением 115/200 В переменной частоты 360...800 Гц, бортовых СЭС ВС переменного трёхфазного тока номинальным напряжением 230/400 В переменной частоты 360...800 Гц.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы:

– предприятиями-разработчиками электрооборудования бортовых СЭС (например, АО «Аэроэлектромаш», АО «Электромашиностроительный завод «ЛЕПСЕ» и другими) при разработке алгоритмов диагностирования технических состояний бортовых СЭС перспективных ВС, а также при модернизации алгоритмов диагностирования технических состояний бортовых СЭС существующих ВС;

– предприятиями-разработчиками бортовых систем технического обслуживания (БСТО) и их аналогов при разработке БСТО перспективных ВС, а также при модернизации БСТО существующих ВС;

– высшими учебными заведениями (например, ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации», ФГК ВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева» и другими) при подготовке специалистов в области технической

эксплуатации авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов (АЭС и ПНК).

Замечания.

По диссертации и автореферату можно сделать следующие замечания:

1. В процессе математического и имитационного моделирования авиационного синхронного генератора используется упрощённая математическая модель подвозбудителя, на основе его электрической схемы замещения. Следовало также провести имитационное моделирование подвозбудителя на основе математической модели магнитоэлектрического генератора.

2. В процессе математического и имитационного моделирования привода постоянной частоты вращения не учитываются нелинейности статических характеристик звеньев привода.

3. В работе не рассматриваются отказы привода постоянной частоты вращения и не определяются соответствующие им различающие функции.

4. В работе проведены исследования в составе имитационной модели одного канала бортовой СЭС переменного тока постоянной частоты. Следовало бы также рассмотреть имитационное моделирование СЭС, состоящей из нескольких каналов, что позволило бы рассматривать СЭС как многосвязную систему, имеющую алгебраические особенности.

Заключение.

Диссертационная работа Демченко Алексея Геннадьевича является самостоятельной завершённой научно-квалифицированной работой, выполненной на актуальную тему, в ней решена важная для авиационной отрасли научная задача разработки научно-методического аппарата метода диагностирования расширенного множества технических состояний бортовой СЭС ВС переменного тока постоянной частоты с прогнозированием значений определяющих параметров. Она соответствует требованиям ВАК РФ по пункту 9 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор Демченко Алексей

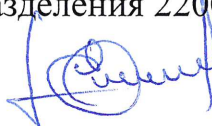
Геннадьевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.14 – «Эксплуатация воздушного транспорта».

Диссертация и отзыв на нее обсуждены на заседании подразделения 2200 «Перспективные комплексы бортового оборудования гражданской авиации» ФАУ «ГосНИИАС», протокол №4 от 22 марта 2022 года.

Отзыв составил

Начальник лаборатории подразделения 2200

Доктор технических наук



Зыбин Евгений Юрьевич

Федеральное автономное учреждение «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» (ФАУ «ГосНИИАС»)

РФ 125167, г. Москва, ул. Викторенко, 7

E-mail: info@gosniias.ru

Тел: +7 (499) 157-70-47, +7 (499) 759-00-75

Веб-сайт: <http://gosniias.ru>