

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Попова Андрея Николаевича

### «ПРИКЛАДНАЯ ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО СИНТЕЗА АЛГОРИТМОВ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫМИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ»,

представленной на соискание ученой степени доктора технических наук  
по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка  
информации, статистика

В настоящее время электромеханические системы (ЭМС), являющиеся основой большинства промышленных агрегатов, находят широчайшее применение практически во всех сферах человеческой деятельности. Они одновременно являются как самыми массовыми средствами генерации механического движения, так и основными потребителями электроэнергии.

подавляющее большинство существующих ЭМС, находящихся в эксплуатации, по сути являются нелинейными системами, управление которыми осуществляется на основе применения алгоритмов, полученных путем использования традиционных методов классической теории автоматического управления, линеаризованных подходов, численных процедур, эмпирических методик, информационных технологий, искусственного интеллекта и др., что не позволяет обеспечить желаемый режим энергосберегающего функционирования ЭМС и приводит к существенному снижению их энергетической эффективности и надежности.

В этой связи диссертационная работа, направленная на разработку теоретических основ синтеза алгоритмов автоматического управления нелинейными ЭМС, представленных в аналитическом виде и учитывающих особенности протекающих в ЭМС физических и динамических процессов, представляется **актуальной**.

Диссертационная работа Попова А.Н. посвящена разработке математически обоснованных процедур, позволяющих получать в аналитическом виде алгоритмы автоматического управления ЭМС, относящихся к классу нелинейных многосвязных динамических систем, обеспечивающие минимизацию энергетических потерь в условиях изменения нагрузки, воздействия внешних неконтролируемых возмущений и флуктуаций параметров, что в совокупности представляет собой **решение проблемы** синтеза алгоритмов энергосберегающего управления нелинейными ЭМС.

В ходе диссертационного исследования автором получены следующие **новые научные результаты**.

1. Методика поиска энергетических инвариантов ЭМС, обеспечивающая минимизацию потерь электрической энергии в силовых каналах в заданных режимах эксплуатации.

2. Обобщенная процедура синергетического синтеза алгоритмов векторного управления нелинейными ЭМС, позволяющая осуществлять синтез алгоритмов автоматического управления нелинейными ЭМС различного типа и назначения в строгой математической форме.

3. Совокупность прикладных методов синергетического синтеза: электромеханических осцилляторов; следящих ЭМС; алгоритмов энергосберегающего и адаптивного автоматического управления нелинейными ЭМС, обеспечивающих минимизацию потерь электрической энергии в условиях изменения механической нагрузки, угловой скорости и воздействия внешних и параметрических возмущений, а также асимптотическую устойчивость объекта управления.

**Обоснованность** научных положений, выводов и **достоверность** результатов диссертационного исследования подтверждаются корректным использованием методов и математических аппаратов теорий автоматического управления, устойчивости, дифференциальных уравнений, оптимизации, нелинейной динамики, синергетической теории управления, моделирования, а также широкой апробацией и публикацией полученных результатов работы на научных конференциях различного уровня и в печатных изданиях.

**Теоретическая значимость** результатов работы заключается в разработке теоретических основ синергетического синтеза алгоритмов энергосберегающего и адаптивного управления ЭМС различного типа и назначения.

**Практическая ценность** состоит в том, что внедрение полученных автором результатов и предложенных методов существенно повысит надежность, функциональность и эффективность промышленных агрегатов, тяговых установок транспортных средств и другого оборудования, оснащенных электродвигателями.

Автореферат дает целостное представление о содержании диссертации, соответствует требованиям ВАК, стиль изложения результатов доказательный. Содержание автореферата соответствует специальности, по которой диссертация представляется к защите.

Результаты диссертационного исследования нашли отражение в достаточном количестве **опубликованных** работ, в том числе в пяти монографиях, в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и в зарубежных изданиях, входящих в международные системы индексирования Scopus и Web of Science, а также прошли широкую **апробацию** на научных конференциях и семинарах.

В качестве **замечания** по содержанию автореферата необходимо отметить следующее. В работе автором предложены прикладные методы синергетического синтеза алгоритмов векторного управления ЭМС, обеспечивающих реализацию типовых режимов движения исполнительных органов: позиционирование, стабилизацию угловой скорости, генерацию незатухающих колебаний, слежение и др. Из со-

держания автореферата неясно, как предложенные автором алгоритмы энергосберегающего управления влияют на показатели качества управления по сравнению с алгоритмами, полученными другими методами, особенно в динамических режимах функционирования исполнительных органов.

Отмеченное замечание не оказывает существенного влияния на общий высокий научный уровень диссертации.

**Выводы.** Судя по автореферату, диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, в которой решена крупная научная проблема синтеза алгоритмов энергосберегающего управления нелинейными ЭМС, имеющая важное народнохозяйственное значение.

Диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Попов А.Н., **заслуживает** присуждения ученой степени **доктора технических наук** по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Отзыв обсужден на заседании кафедры системного анализа и управления, протокол № 1 от «01» сентября 2025 года.

Зав. кафедрой системного анализа и управления ФГБОУ ВО  
«Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»,  
доктор технических наук, профессор

  
Первухин Дмитрий Анатольевич

«01» сентября 2025 года


Телефон: +7 (921) 786-76-88  
E-mail: [pervuchin@rambler.ru](mailto:pervuchin@rambler.ru)

Место работы:  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»

Адрес работы:  
199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2  
Телефон: +7 (812) 321-14-84  
E-mail: [rectorat@spmi.ru](mailto:rectorat@spmi.ru)



Подпись   
Заведующий  
Управление делопроизводства  
и контроля документооборота

  
Е.Р. Яковлева  
01 СЕН 2025

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Попова Андрея Николаевича

### «ПРИКЛАДНАЯ ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО СИНТЕЗА АЛГОРИТМОВ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫМИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ»,

представленной на соискание ученой степени доктора технических наук  
по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка  
информации, статистика

В настоящее время электромеханические системы (ЭМС), являющиеся основой большинства промышленных агрегатов, находят широчайшее применение практически во всех сферах человеческой деятельности. Они одновременно являются как самыми массовыми средствами генерации механического движения, так и основными потребителями электроэнергии.

Подавляющее большинство существующих ЭМС, находящихся в эксплуатации, по сути являются нелинейными системами, управление которыми осуществляется на основе применения алгоритмов, полученных путем использования традиционных методов классической теории автоматического управления, линеаризованных подходов, численных процедур, эмпирических методик, информационных технологий, искусственного интеллекта и др., что не позволяет обеспечить желаемый режим энергосберегающего функционирования ЭМС и приводит к существенному снижению их энергетической эффективности и надежности.

В этой связи диссертационная работа, направленная на разработку теоретических основ синтеза алгоритмов автоматического управления нелинейными ЭМС, представленных в аналитическом виде и учитывающих особенности протекающих в ЭМС физических и динамических процессов, представляется **актуальной**.

Диссертационная работа Попова А.Н. посвящена разработке математически обоснованных процедур, позволяющих получать в аналитическом виде алгоритмы автоматического управления ЭМС, относящихся к классу нелинейных многосвязных динамических систем, обеспечивающие минимизацию энергетических потерь в условиях изменения нагрузки, воздействия внешних неконтролируемых возмущений и флуктуаций параметров, что в совокупности представляет собой **решение проблемы** синтеза алгоритмов энергосберегающего управления нелинейными ЭМС.

В ходе диссертационного исследования автором получены следующие **новые научные результаты**.

1. Методика поиска энергетических инвариантов ЭМС, обеспечивающая минимизацию потерь электрической энергии в силовых каналах в заданных режимах эксплуатации.

2. Обобщенная процедура синергетического синтеза алгоритмов векторного управления нелинейными ЭМС, позволяющая осуществлять синтез алгоритмов автоматического управления нелинейными ЭМС различного типа и назначения в строгой математической форме.

3. Совокупность прикладных методов синергетического синтеза: электромеханических осцилляторов; следящих ЭМС; алгоритмов энергосберегающего и адаптивного автоматического управления нелинейными ЭМС, обеспечивающих минимизацию потерь электрической энергии в условиях изменения механической нагрузки, угловой скорости и воздействия внешних и параметрических возмущений, а также асимптотическую устойчивость объекта управления.

**Обоснованность** научных положений, выводов и **достоверность** результатов диссертационного исследования подтверждаются корректным использованием методов и математических аппаратов теорий автоматического управления, устойчивости, дифференциальных уравнений, оптимизации, нелинейной динамики, синергетической теории управления, моделирования, а также широкой апробацией и публикацией полученных результатов работы на научных конференциях различного уровня и в печатных изданиях.

**Теоретическая значимость** результатов работы заключается в разработке теоретических основ синергетического синтеза алгоритмов энергосберегающего и адаптивного управления ЭМС различного типа и назначения.

**Практическая ценность** состоит в том, что внедрение полученных автором результатов и предложенных методов существенно повысит надежность, функциональность и эффективность промышленных агрегатов, тяговых установок транспортных средств и другого оборудования, оснащенных электродвигателями.

Автореферат дает целостное представление о содержании диссертации, соответствует требованиям ВАК, стиль изложения результатов доказательный. Содержание автореферата соответствует специальности, по которой диссертация представляется к защите.

Результаты диссертационного исследования нашли отражение в достаточном количестве **опубликованных** работ, в том числе в пяти монографиях, в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и в зарубежных изданиях, входящих в международные системы индексирования Scopus и Web of Science, а также прошли широкую **апробацию** на научных конференциях и семинарах.

В качестве **замечания** по содержанию автореферата необходимо отметить следующее. В работе автором предложены прикладные методы синергетического синтеза алгоритмов векторного управления ЭМС, обеспечивающих реализацию типовых режимов движения исполнительных органов: позиционирование, стабилизацию угловой скорости, генерацию незатухающих колебаний, слежение и др. Из со-

держания автореферата неясно, как предложенные автором алгоритмы энергосберегающего управления влияют на показатели качества управления по сравнению с алгоритмами, полученными другими методами, особенно в динамических режимах функционирования исполнительных органов.


Отмеченное замечание не оказывает существенного влияния на общий высокий научный уровень диссертации.

**Выводы.** Судя по автореферату, диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, в которой решена крупная научная проблема синтеза алгоритмов энергосберегающего управления нелинейными ЭМС, имеющая важное народнохозяйственное значение.

Диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Попов А.Н., **заслуживает** присуждения ученой степени **доктора технических наук** по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Отзыв обсужден на заседании кафедры системного анализа и управления, протокол № 1 от «01» сентября 2025 года.

Зав. кафедрой системного анализа и управления ФГБОУ ВО  
«Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»,  
доктор технических наук, профессор

  
Первухин Дмитрий Анатольевич

«01» сентября 2025 года

Телефон: +7 (921) 786-76-88

E-mail: [pervuchin@rambler.ru](mailto:pervuchin@rambler.ru)

Место работы:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»



Адрес работы:

199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д. 2

Телефон: +7 (812) 321-14-84

E-mail: [rectorat@spmi.ru](mailto:rectorat@spmi.ru)



Подпись:   
Заряю:   
Заведующий управления делопроизводства  
и контроля документооборота

Е.Р. Яковлева

01 СЕН 2025