

## Результаты публичной защиты

Соискатель: **Богданов Кирилл Андреевич**

Диссертация: «Метод последовательного замыкания мод в задачах модального синтеза адаптивных систем управления космических объектов».

На заседании 14 мая 2019 г. присутствуют 17 членов совета, из них 10 специалистов по профилю рассматриваемой диссертации:

САЗОНОВ В.В.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ГОРБУНОВ-ПОСАДОВ М.М.	д.ф.-м.н.	05.13.11
БОНДАРЕВ А.Е.	к.ф.-м.н.	05.13.11
БОРОВИН Г.К.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ВАШКОВЬЯК М.А.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ВОЛОБОЙ А.Г.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ГАЛАКТИОНОВ В.А.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ГОЛУБЕВ Ю.Ф.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ИВАШКИН В.В.	д.ф.-м.н.	01.02.01
КРЮКОВ В.А.	д.ф.-м.н.	05.13.11
КУГУШЕВ Е.И.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ЛАЗУТИН Ю.М.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ОВЧИННИКОВ М.Ю.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ПОЛИЛОВА Т.А.	д.ф.-м.н.	05.13.11
САРЫЧЕВ В.А.	д.ф.-м.н.	01.02.01
СИДОРЕНКО В.В.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ТУЧИН А.Г.	д.ф.-м.н.	01.02.01

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований разработан новый итерационный алгоритм модального синтеза, позволяющий осуществлять расчет коэффициентов матриц обратной связи для систем управления большой размерности, не имеющий принципиальных ограничений на взаимное расположение корней характеристического эталонного полинома.

К наиболее значимым результатам работы, представляющим научную новизну, относятся:

- Метод последовательного замыкания мод, позволяющий решать задачи модального синтеза адаптивных систем управления крупногабаритными КА;
- Модальный синтез регулятора и адаптивного наблюдателя с использованием метода последовательного замыкания в задаче выведения и удержания МКС в положении равновесия.
- Адаптивный алгоритм управления движением космической платформой с вращающимся солнечным парусом.

**Теоретическая значимость** исследования состоит в том, что разработанный автором алгоритм модального синтеза позволяет добиться более точного желаемого расположения корней замкнутой системы для объектов управления с высокой размерностью вектора состояния.

**Практическая значимость** полученных соискателем результатов исследования подтверждается тем, что:

1. Разработан численный метод модального синтеза multi-input multi-output систем управления. Главными особенностями данного алгоритма являются медленный рост вычислительной ошибки с ростом размерности вектора состояния, а также отсутствие ограничений на выбор эталонного полинома. Данные особенности дают возможность использовать алгоритм последовательного замыкания для широкого круга задач, включающих в себя построение законов управления спутниковыми формациями, крупногабаритными конструкциями космического базирования с учетом упругости и другие.
2. Ряд результатов, полученных во второй главе диссертации, были использованы в алгоритмах, интегрированных в наземный комплекс отладки бортового программного обеспечения для эмуляции системы управления американским сегментом Международной Космической Станции.

Оценка **достоверности результатов исследования** выявила, что применение предложенного соискателем метода последовательного замыкания приводит к значительному повышению точности расстановки собственных чисел исследуемых многомерных объектов управления, а применение в качестве

эталонного полинома обобщенного полинома Баттерворта приводит к более апериодичному и менее колебательному переходному процессу.

**Личный вклад соискателя:**

Все представленные в диссертации результаты получены лично автором. Соискатель разработал математический аппарат для итерационного метода модального синтеза, основанного на принципе последовательного замыкания мод, численное статистическое моделирование при сравнении разработанного алгоритма последовательного замыкания с существующими аналогами также проведено лично автором. Автор принимал активное участие в написании монографии, посвященной вопросам динамики космического аппарата с вращающимся солнечным парусом, многие результаты, полученные в ходе выполнения диссертации, вошли в данную монографию.

На заседании 14 мая 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Богданову Кириллу Андреевичу ученую степень кандидата физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» присуждение учёной степени – 17, «против» присуждения учёной степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 002.024.01

кандидат физ.-мат. наук

Бондарев Александр Евгеньевич