

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гавриша Павла Евгеньевича «Энергопреобразующая аппаратура силовых гироскопических приборов космических аппаратов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – Силовая электроника.

Диссертационная работа Гавриша Павла Евгеньевича посвящена актуальной теме – разработке системы управления частотой вращения ротора вентильного двигателя гироскопического прибора и исследованию бифуркационных явлений с целью определения путей расширения области устойчивости рабочих режимов и исключения недетерминированных колебаний.

Диссертацию в целом можно характеризовать как добротное исследование, выполненное на хорошем теоретическом уровне. Содержание автореферата и публикации не оставляют сомнений, что в диссертации решена актуальная научно-техническая задача. Основные результаты работы опубликованы в рецензируемых журналах и неоднократно докладывались на конференциях различного уровня.

Особое впечатление производят материалы первой и четвертой глав, в которых представлены результаты разработки системы управления двигателем гироскопического прибора и экспериментальных исследований. Новизна технических решений защищены патентами РФ на изобретения.

По автореферату у меня следующие замечания.

1. Уравнения (8) для коммутационных функций записаны не совсем корректно. Во-первых, не хватает условий, ограничивающих число переключений на тактовом интервале. Дело в том, что дифференциальное уравнение (1) теряет гладкость на двух многообразиях переключения (switching manifolds или поверхностях разрыва). Если нарушаются условия трансверсальности пересечения решения (1) с многообразиями переключения, то возникают так называемые скользящие режимы (движение изображающей точки по поверхности разрыва в течение конечного интервала времени). Правда автор, обнаружив это явление численно (или экспериментально), устраняет некорректность модели в третьей главе (см. стр.14). Во-вторых, уравнения (8) следовало дополнить условиями насыщения модулятора.

2. Из автореферата неясно, что означает 1-цикл (рабочий режим). Это периодические колебания с частотой ШИМ? Однако, в первой строке табл. 2 мы видим колебания с периодом  $T=0,01$  с (т.е. с частотой 100 Гц) при коэффициенте усиления 0,2. Из данных, представленных в диссертации частота ШИМ равна 40 кГц. Т.е. кратность частот составляет 400 (см. также диаграммы для коммутационной функции). При увеличении коэффициента усиления (см. 3-4 строки табл.2) амплитуда высокочастотных колебаний растет, но периодичность не меняется (т.е. частота низкочастотных колебаний равна 100 Гц). Наблюдаемый эффект очень интересный. С чем связано это явление? Может быть с синхронизацией колебаний?

3. Из результатов численных экспериментов, представленных на стр.16-19, не видно, что реализуются бифуркации на инвариантном торе, за исключением бифуркации рождения замкнутой инвариантной кривой из теряющей устойчивость неподвижной точки

отображения (см. рис.10(б)).

Указанные замечания не снижают общего положительного впечатления от диссертационной работы. Диссертация Гавриша Павла Евгеньевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научно-техническая задача, отвечает требованиям ВАК Министерства образования и науки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – Силовая электроника.

11 ноября 2014 г.

ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет»,  
профессор, доктор технических наук,  
профессор кафедры вычислительной техники,  
Жусубалиев Жаныбай Турсунбаевич.  
Почтовый адрес: 305040, г.Курск, ул.50-лет Октября, 94.  
Email: [zhanybai@gmail.com](mailto:zhanybai@gmail.com)  
Тел.: 8 (4712) 58-71-05



Подпись  
удостоверяю  
Специалист по кадрам

*Ж. Жусубалиева*

*М. З. Коревца*