

**ОТЗЫВ на диссертацию
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
Гарбуза Михаила Андреевича**

**на тему: «Динамика механических систем, способных перемещаться
в произвольном направлении за счёт преобразования энергии потока среды»
по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин**

В условиях растущего внимания к возобновляемым источникам энергии задача создания и исследования мобильных систем, использующих для перемещения энергию ветра, является актуальной. В диссертация М.А. Гарбуза исследованы три механические модели: 1. катамаран с воздушным пропеллером и гребным винтом, 2. шагающий аппарат типа механизма Чебышёва с пропеллерным двигателем и 3. катамаран с ротором Савониуса.

Движение описывается обыкновенными дифференциальными уравнениями. Аэродинамические и гидродинамические силы моделируются в рамках квазистатического подхода с привлечением экспериментальных данных. Исследование динамики проводится с использованием классических методов аналитической механики, теории устойчивости движения и теории колебаний.

Для катамарана с пропеллером установлено существование двух стационарных режимов движения против ветра (устойчивого и неустойчивого), определены границы области притяжения, при определённых параметрах доказано отсутствие бифуркации Андронова-Хопфа.

Для шагающего аппарата, на основе метода Андронова-Понтрягина, получены достаточные условия существования притягивающих периодических режимов движения против ветра и выявлена роль инертности пропеллера в расширении области притяжения.

Особый интерес представляет выявленный нетривиальный эффект в движении катамарана с ротором Савониуса. Показано, что максимальная составляющая скорости судна в направлении против ветра соответствует движению не прямо против ветра, а в направлении, отклонённом на 43° от направления против ветра.

Автором лично изготовлены и испытаны лабораторные макеты всех трёх моделей. Экспериментально продемонстрирована возможность движения шагающего аппарата навстречу ветру. Получен патент на новую схему ветродвигателя с двумя роторами, показавшую существенное преимущество по тяге и способности к самостоятельному запуску.

С помощью массовых численных расчётов для различных параметров моделей построены бифуркационные диаграммы и фазовые портреты, позволяющие выбирать оптимальные режимы движения.

Замечания:

1. Название диссертации сформулировано слишком длинно и не дает конкретного представления об отличии содержания диссертации от многочисленных исследований других авторов по этой теме.
2. Учитывая, что по теме диссертации имеется большая литература, следовало бы более подробно описать принципиальные отличия рассматриваемых уравнений движения и методов их исследования от имеющихся в работах других авторов и, в частности, в работах сотрудников диссертанта.
3. В разделе «Заключение» автор пишет о возможных дальнейших исследованиях: «Достаточно актуальными можно считать вопросы о движении вдоль потока ветра со скоростью, превышающей скорость этого потока». Однако, такие движения неосуществимы без дополнительного притока энергии.
4. Если говорить о планах на будущее, то кроме пропеллеров с фиксированной осью следовало бы исследовать устройства с пропеллером с самоустанавливающейся по ветру горизонтальной осью флюгерного типа.

Указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Результаты диссертации являются интересными, новыми, достоверными и обоснованными. Они прошли апробацию на многочисленных российских и международных конференциях и опубликованы в ведущих рецензируемых журналах,

включенных в перечень ВАК и в международные базы цитирования. Автореферат дает полное и правильное представление о содержании диссертации.

Диссертация М.А. Гарбуза «Динамика механических систем, способных перемещаться в произвольном направлении за счёт преобразования энергии потока среды» является завершённым научно-квалификационным исследованием, выполненным на высоком теоретическом и экспериментальном уровне. Диссертация полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а ее автор, Гарбуз Михаил Андреевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник отдела механики Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук"

Степанов Сергей Яковлевич

Специальность, по которой защищена диссертация:
01.02.01 Теоретическая механика

Адрес места работы:
119333, Москва, ул. Вавилова, 40,
ФИЦ ИУ РАН, отдел механики
Тел.: +7(499)135-43-09, +7(499)135-61-59

Подпись старшего научного сотрудника
ФИЦ ИУ РАН С.Я. Степанова удостоверяю: