

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию  
Зызы Александра Васильевича «Исследование условий  
существования обобщенных классов полиномиальных  
решений уравнений движения гиростата под действием  
гироскопических, потенциальных и непотенциальных сил»,  
представленную на соискание ученой степени доктора  
физико-математических наук по специальности  
01.02.01 – теоретическая механика

**Актуальность темы диссертации.** Классическая задача о движении твердого тела, имеющего неподвижную точку, благодаря получению результатов, имеющих большое теоретическое и практическое значение, стала уникальной фундаментальной частью аналитической механики для формирования новых теоретических и практических направлений исследований движения механических систем. Известен значительный вклад Л. Эйлера, Ж. Лагранжа, С.В. Ковалевской, К. Якоби, Л. Пуансо, С. Пуассона, С.А. Чаплыгина, А.М. Ляпунова, Н.Е. Жуковского и многих других в решение проблем постановок задач динамики твердого тела и интегрирования уравнений движения сложных механических систем (роботов, гироскопических систем, спутников). Проведенный анализ многих результатов, которые получены ранее и в настоящее время в различных школах по механике: МГУ, МАИ, Институте проблем механики РАН, Донецком Институте прикладной математики и механики и других учреждениях (США, Болгарии, Египта), показывает разнообразие тематики по динамике систем связанных твердых тел.

На мой взгляд, можно выделить *два направления исследований* по динамике систем связанных твердых тел. *Первое направление* связано с усложнением механических систем. (Например, рассмотрение движения гиростатов У. Томсоном, Н.Е. Жуковским, В.В. Румянцевым, Й. Виттенбургом, Р.С. Фоулером, Р.Г. Роберсоном, П.В. Харламовым и другими). Результаты, установленные этими авторами, находят применение не только в теории гироскопических сил, но и в теории движения спутников. *Второе направление* посвящено задачам интегрирования уравнений динамики механических систем (А.М. Ляпунов, В.В. Козлов, В.А. Самсонов, С.Л. Зиглин и другие). Причем это направление можно охарактеризовать двумя свойствами: исследование условий существования первых дополнительных интегралов, построение новых частных решений уравнения обобщенных механических систем. Например, в последнее время первые

интегралы уравнений движений гиростата и твердого тела изучали В.В. Козлов, Д.А. Онищенко, В.А. Самсонов, Х.М. Яхья, В.В. Соколов. **Актуальность** построения частных решений уравнений динамики твердого тела обусловлена **неинтегрируемостью** в квадратурах уравнений по Якоби и подчеркивалась Ф. Кляйном, А. Зоммерфельдом, Н. Ковалевским, С.А. Чаплыгиным, Д.Н. Горячевым, П.В. Харламовым, Е.И. Харламовой, Г.В. Мозалевской и др.. Несомненно, что новые решения динамики твердого тела и гиростата не только позволяют применять геометрические методы исследования движения, но и приносят дополнительную информацию об интегральных многообразиях. Последнее направление в динамике твердого тела особое развитие получило в Донецкой школе механики.

Таким образом, **актуальность** темы диссертации можно обосновать двумя обстоятельствами: построение новых решений уравнений гиростата, рассмотрение двух известных задач динамики: задачи о движении гиростата под действием потенциальных и гироскопических сил, и задачи о движении гиростата в магнитном поле с учетом эффекта Барнетта-Лондона.

**Об основных результатах диссертации.** К настоящему времени построено значительное количество частных решений уравнений движения гиростата **в полях сложной структуры**. В обзорных монографиях Г.В. Горра, А.М. Ковалева и И.Н. Гашененко, Г.В. Горра, А.М. Ковалева изложены результаты по получению частных решений уравнений динамики твердого тела и гиростата. Г.В. Горр в монографии «Инвариантные соотношения уравнений динамики твердого тела (теория, результаты, комментарии)», изданной в 2017 году (г. Москва, г. Ижевск – Институт компьютерных исследований) дал полную классификацию инвариантных соотношений решений уравнений движения гиростата под действием потенциальных и гироскопических сил, из выводов которой следует, что полиномиальные решения уравнений динамики занимают важное место по их количеству. Перед анализом результатов диссертации следует сказать, что именно решения В.А. Стеклова, Н. Ковалевского, С.А. Чаплыгина, которые установили новые решения для уравнений Эйлера-Пуассона, послужили развитию исследований решений полиномиального класса в обобщенных задачах динамики гиростата (П.В. Харламов, Г.В. Горр, А.В. Зыза и другие).

Диссертация А.В. Зызы в определенной мере показала значительные возможности по построению решений различной полиномиальной структуры.

**Первые две главы** диссертации являются вводными, их рассмотрение показывает, что А.В. Зыза владеет не только информацией по

опубликованным по теме диссертации работам, но и выполнил полное исследование по постановкам задач.

При анализе других разделов диссертации целесообразно отметить, что автор диссертации рассмотрел *две важные задачи* о движении гиростата: задачу о движении гиростата с постоянным гироскопическим моментом под *действием потенциальных и гироскопических сил*; задачу о движении гиростата в магнитном поле с учетом *эффекта Барнетта-Лондона*. При построении решений полиномиальной структуры возникают, на мой взгляд, следующие проблемы: первая проблема – оценка *максимальных* значений показателей степеней полиномов, которые характеризуют заданное решение; вторая проблема – получение *условий существования* в виде алгебраических уравнений на параметры задачи; третья проблема – доказательство существования и *решение* данной алгебраической системы; четвертая проблема – доказательство *действительности* построенного решения. А.В. Зыза в своей диссертации выбирает данный порядок в изучении проблемы. Особое значение всех исследований имеет рассмотрение не только *известных* классов полиномиальных решений, но и получение *обобщенных классов* полиномиальных решений, которые он создает самостоятельно.

Основной материал диссертации А.В. Зызы содержится в восьми разделах. Перечисление всех полученных им результатов не представляется необходимым, поэтому отмечу лишь основные результаты:

1. *Создание таблиц* значений максимальных степеней полиномов, характеризующих изучаемое решение (таких таблиц в диссертации представлено семь);
2. Построение *новых классов решений в двух обобщенных задачах* о движении гиростата, которые имеют место в классической задаче динамики твердого тела и в задаче о движении тяжелого гиростата (В.А. Стеклов, Н. Ковалевский, А.И. Докшевич, Б.И. Коносевиич-Е.В. Позднякович);
3. Разработка *новых обобщенных* классов полиномиальных решений, введенных автором диссертации;
4. Исследование условий существования полиномиальных решений, указанных в п.3, уравнений в *двух задачах* динамики гиростата с неподвижной точкой;
5. Доказательство с помощью конкретных примеров *разрешимости* полученных условий на параметры решений;

6. *Сведение к квадратурам* найденных решений, характеристика интегралов, определяющих зависимость вспомогательной переменной задачи от времени;
7. *Разработка* некоторого *комплексного аналога банка* построенных новых решений уравнений движения гиростата в *двух задачах* динамики, позволяющего установить общие и отличительные признаки существования решений в этих задачах;
8. Получение *количественных* свойств построенных в диссертации решений не имеющих аналога в динамике изучения частных решений (этот показатель определяется более 40 новыми решениями).

**Замечания:** 1. Во втором разделе целесообразно было бы расширить физическую интерпретацию эффекта Барнетта-Лондона, а в литературе указать несколько дополнительных статей по данной теме.

2. Численные примеры, приведенные в диссертации производят в целом положительный эффект построенных А.В. Зызой решений. Но в ряде случаев можно было бы эти примеры отнести в приложения.

3. В диссертации для найденных решений приведены свойства движения гиростата лишь частично (отмечены, в основном, асимптотические движения гиростата).

**Выводы.** Указанные замечания не снижают высокой оценки диссертации А.В. Зызы. Полученные в ней результаты по построению полиномиальных решений можно квалифицировать как *решение важной новой проблемы* исследования полиномиальных решений уравнений динамики гиростата в двух известных задачах о движении гиростата (задаче о движении гиростата под действием потенциальных и гироскопических сил и задаче о движении гиростата в магнитном поле с учетом эффекта Барнетта-Лондона). Имеются *значительные перспективы* использования результатов диссертации в изучении свойств движения гиростата с помощью известных методов (Пуансо, Сильвестра, Мак-Куллаха) с дополнениями комплексных подходов в истолковании движения гиростата, предложенных П.В. Харламовым и Г.В. Горром.

Все результаты диссертации опубликованы в журналах по механике (г. Ижевск, г. Донецк), которые являются *специализированными* по теоретической механике и входят в *рецензируемые* издания, рекомендованные ВАК для докторских диссертаций. Автореферат диссертации полностью отражает *содержание* диссертации.

*Таким образом,* диссертация Александра Васильевича Зызы «Исследование условий существования обобщенных классов полиномиальных решений уравнений движения гиростата под действием

гироскопических, потенциальных и непотенциальных сил», отвечает всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям по специальности 01.02.01 – теоретическая механика, а ее автор А.В. Зыза заслуживает присуждение ему ученой степени доктора физико-математических наук по данной специальности.

Официальный оппонент, проф., д. ф.-м. н.,  
гл. н. сотр. НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова

В.А. Самсонов

*В.А. Самсонов*

*21.12.2020*

