

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
Федерального государственного  
бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
"Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский  
университет)"  
д.т.н., профессор Равикович Ю.А.



" 30 " *января* 2017 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации — Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)"  
о диссертации

*Котова Германа Александровича на тему: Прецессионные движения гиростата с переменным гиростатическим моментом под действием потенциальных и гироскопических сил", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – теоретическая механика*

#### Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Г.А. Котова посвящена исследованию движения гиростата, имеющего неподвижную точку под действием потенциальных и гироскопических сил. Данная задача является обобщением классической задачи о движении твердого тела под действием силы тяжести. Благодаря основополагающим работам Л. Эйлера, Л. Пуансо, К. Якоби, Ж. Лагранжа, Ж. Лиувилля, Ж. Даламбера, С. Пуассона и других ученых были созданы основные методы исследования движений твердого тела с неподвижной точкой. Модель абсолютно твердого тела является одной из основных в исследовании системы связанных твердых тел, описывающих современные технические конструкции. Свойство интегрируемости дифференциальных уравнений движения твердого тела с неподвижной точкой широко изучены в работах К. Якоби, С.В. Ковалевской, А.М. Ляпунова, С.А. Чаплыгина, А. Пуанкаре, Т. Леви-Чивиты, В.В. Козлова, С.Л. Зиглина и других ученых.

Обобщение модели абсолютно твердого тела рассмотрено в работах У.Томпсона, А. Грея, Н.Е. Жуковского, В.В. Румянцева, П.В. Харламова, что позволило изучать системы тел, которые содержат вращающиеся роторы.

Результаты и методы аналитической динамики дают возможность описать механические свойства реальных объектов. Так, например, условия Н.В. Маиевского, полученные в устойчивости движения симметричных тел, используются в проектировании ракет и летательных аппаратов. В работах А.П. Маркеева и М. Паскаль объяснены эффекты, которые возникают при движении кельтского камня. С помощью методов теории устойчивости в научной литературе объяснен эффект космонавта В.А. Джанибекова.

В развитие методов исследования современных задач в динамике систем связанных твердых тел большой вклад внести ученые Московской школы аналитической механики (В.В. Румянцев, В.Г. Веретенников, В.В. Козлов, В.Г. Демин, В.Н. Рубановский, А.П. Маркеев, А.В. Карапетян, Д.В. Трещев, А.А. Буров, В.А. Самсонов и другие), Донецкой школы механики (П.В. Харламов, Е.И. Харламова, А.М. Ковалев, А.И. Докшевич, Г.В. Горр, А.А. Илюхин, А.Я. Савченко и др.), Казанской школы механики (Н.Г. Четаев, А.П. Кузьмин и др.), Болгарской школы механики (А. Анчев, Л. Лилов, А. Гаврилов и др.), а также ученые Й. Виттенбург, Х.М. Яхья, А.В. Борисов, И.С. Мамаев, А.А. Буров и др. Большое внимание уделено исследованию динамики гиростата в современных статьях (Н.И. Амелькин, В.С. Асланов, Н.Н. Макеев).

Используемая в диссертационной работе Г.А. Котова модель гиростата позволяет более полно описать движение современных технических систем, т.к. учитывает влияние несомых гироскопов на движение тела-носителя. Таким образом, тематика исследований автора является актуальной.

### **Основные научные результаты**

Динамика гиростата с одним вращающимся ротором изучалась в работах Э.И. Дружинина, Г.В. Горра, А.В. Мазнева, И.Н. Гашененко. В диссертационной работе автор наряду с задачей о движении гиростата с одним ротором изучает и задачу о движении гиростата с двумя вращающимися роторами. В силу неавтономности дифференциальных уравнений, описывающих движение гиростата с переменным гиростатическим моментом, исследования проводятся с использованием современных методов теории неавтономных дифференциальных уравнений. В качестве программных движений в диссертации принимаются прецессионные движения гиростата под действием потенциальных и гироскопических сил.

Диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения и списка используемых источников. Объем работы составляет 131 страницу, библиография – 170 источников.

Во введении обоснована актуальность тематики, определены цели и задачи исследования, сформулированы полученные автором результаты.

Первые два раздела носят общий характер; в первом разделе выполнен достаточно полный анализ литературы по теме диссертации; во втором разделе рассмотрены механические модели, описаны содержательная и концептуальная постановки задач для перечисленных моделей и изложены

методы исследования, которые используются в диссертации.

В третьем разделе при изучении прецессионных движений гиростата относительно вертикали рассмотрены два подхода. Особенностью первого подхода является описание прецессионных движений с помощью трех дифференциальных уравнений относительно углов прецессии, собственного вращения и компонент гиростатического момента. В силу незамкнутости данной системы предлагается рассматривать такие классы прецессий, которые характеризуются свойствами регулярности или полурегулярности. Во втором подходе система уравнений включает два дифференциальных уравнения относительно переменных задачи и одно дифференциальное уравнение, в которое не входят производные от компонент гиростатического момента. Это позволило применить метод инвариантных соотношений для неавтономных дифференциальных уравнений. В качестве примера рассмотрены маятниковые движения гиростата в поле силы тяжести.

Четвертый раздел посвящен исследованию прецессионных движений гиростата при наличии одного вращающегося ротора. С помощью первого интеграла уравнений Кирхгофа-Пуассона проведена редукция исходных дифференциальных уравнений к системе меньшего порядка. На заданных программных движениях (полурегулярных прецессий первого типа, прецессионно-изоконических движений) приведены примеры разрешимости редуцированных уравнений. Для некоторых классов полурегулярных прецессий показано, что они описываются рациональными функциями от тригонометрических полиномов, что является не типичным для задачи о движении гиростата с постоянным гиростатическим моментом.

В пятом разделе изучены условия существования прецессионных движений гиростата с двумя вращающимися роторами под действием потенциальных и гироскопических сил. Рассмотрены классы маятниковых, регулярных прецессионных и прецессионно-изоконических движений. Построенные решения выражаются в элементарных и эллиптических функциях времени.

Несомненным достоинством диссертации являются численные примеры условий существования прецессий.

### **Рекомендации по использованию результатов**

Диссертация Г.А. Котова содержит следующие основные результаты: на основе модифицированного метода инвариантных соотношений получены условия существования регулярных и полурегулярных прецессий и построены решения в задаче о движении гиростата с одним и двумя роторами, вращающимися в различных силовых полях; найдено четыре новых частных решения уравнений движения гиростата с одним и двумя роторами, которые описывают маятниковые движения гиростата; изучены классы прецессионно-изоконических движений гиростата и построены новые решения уравнений движения гиростата с одним и двумя роторами в обобщенных силовых полях.

Все результаты получены автором лично и строго обоснованы с

помощью современных математических методов. Поставленные и решенные автором задачи диссертации являются новыми в динамике твердого тела. Результаты диссертации опубликованы в специализированных научных журналах по теоретической механике, широко апробированы на конференциях и могут быть рекомендованы при чтении специальных курсов в высших учебных заведениях в рамках специализации математическое моделирование движений механических систем. Практическое значение полученных в ней результатов определяется тем, что построенные классы точных решений уравнений движения гиростата могут быть использованы в прикладных областях механики, например в теории управления и стабилизации движений.

### **Замечания**

1. В диссертации встречаются случаи дублирования формул (см., например, (3.4) и (5.33)).
2. Используемые в диссертации условия существования прецессионных движений иногда имеют сложный вид (см. с. 79, 82).
3. Поскольку в диссертации получены некоторые классы прецессионных движений, которые не типичны для прецессионных движений гиростата с постоянным гиростатическим моментом, то было бы целесообразно отразить этот факт с помощью метода Пуансо.

Указанные замечания не снижают высокой оценки результатов диссертации.

Анализируя работу в целом, следует отметить, что в диссертации решены важные научные проблемы о движении гиростата с переменным гиростатическим моментом, построены новые классы маятниковых, прецессионных и прецессионно-изоконических движений.

### **Заключение**

Диссертация Г.А. Котова представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. В ней получены новые для динамики твердого тела результаты. Диссертация соответствует требованиям п.2.2 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Герман Александрович Котов заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – теоретическая механика.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры теоретической механики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)" 25 января 2017 г., протокол № 5.

Согласен на автоматизированную обработку персональных данных, с указанием фамилии, имени, отчества.

Заведующий кафедрой теоретической механики  
Московского авиационного института (НИУ),  
профессор, д. ф.-м. н.



Б.С. Бардин

Профессор кафедры теоретической механики  
Московского авиационного института (НИУ),  
профессор, д. ф.-м. н.



О.В. Холостова

Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет):  
125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, А-80, ГСП-3.  
Телефон: +7 (499) 158-29-77  
E-mail: [kafedra802@yandex.ru](mailto:kafedra802@yandex.ru)