

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.

« 5 » апреля 2018 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»
о диссертации Ткаченко Дмитрия Николаевича
«Полиномиальные решения уравнений динамики в задачах о движении гиростата с постоянным и переменным гиростатическим моментом»,
представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика»

Актуальность темы диссертации.

Результаты математического моделирования движений механических систем с помощью методов аналитической динамики находят широкое применение в объяснении свойств современных технических объектов (спутников, гироскопических систем, роботов). На их основе выработаны многочисленные рекомендации по эксплуатации конкретных механических изделий, состоящих из систем связанных твердых тел. Такие рекомендации используются в задачах баллистики, небесной механике, навигации, аэродинамике и других областях прикладной математики и техники. Требования к математическому моделированию движений систем связанных твердых тел состоят в получении адекватной модели ее программных движений, создании математического аппарата, который бы позволил не только объяснить существующие особенности движения, но и соответствовал корректности постановки задачи. Среди многочисленных моделей механических систем можно выделить класс систем, которые называются гиростатами. Эта механическая система рассматривалась в работах У. Томсона, В. Вольтерра, Н. Е. Жуковского, В. В. Румянцева и П. В. Харламова и других. Практические исследования моделей гиростата проводились Н. И. Амелькиным, Е. П. Евдокименко, А. В. Алексеевым, А. П. Маркеевым и многими другими учеными. Так как уравнения движения гиростата, имеющего неподвижную точку, не интегрируемы в квадратурах, то, по мнению многих ученых (Ф. Клейна, А. Зоммерфельда, П. В. Харламова и других), исследование

свойств движения целесообразно проводить с помощью построения частных решений уравнений. Данный подход дает возможность установить характерные особенности программных движений и изучить окрестности данных решений. Проблемы построения частных решений уравнений динамики твердого тела и гиростата рассматривали Л. Эйлер, Ж. Л. Лагранж, В. Гесс, С. В. Ковалевская, Д. Н. Горячев, С. А. Чаплыгин, В. А. Стеклов, П. В. Харламов и многие другие ученые. Окрестности частных решений изучали Е. Меттлер, В. В. Козлов, А. П. Маркеев, Г. В. Горр.

Диссертация Д. Н. Ткаченко посвящена исследованию полиномиальных решений уравнений динамики гиростата, которые ранее рассматривали Н. Ковалевский, В. А. Стеклов, Д. Н. Горячев, С. А. Чаплыгин, П. В. Харламов, А. И. Докшевич в задаче о движении тяжелого твердого тела, имеющего неподвижную точку.

В задачах о движении гиростата в полях сложной структуры полиномиальные решения уравнений движения изучал Г. В. Горр и его ученики, которые установили новые аналитические особенности этих решений.

Таким образом, тематика диссертационной работы Д. Н. Ткаченко является одновременно популярной среди исследователей и актуальной с математической и инженерной точек зрения.

Общая характеристика работы.

Диссертация объёмом в 151 страниц машинописного текста состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованных источников из 170 наименований.

Характерной чертой исследований, проведенных в диссертации, является комплексный подход, который состоит в том, что полиномиальные решения рассматриваются для уравнений в трех задачах: задаче о движении тяжелого твердого тела, задаче о движении гиростата под действием потенциальных и гироскопических сил и задаче о движении ферромагнетика в магнитном поле с учетом эффекта Барнетта – Лондона. Первой задаче посвящена **третья глава**. В первых двух главах рассматриваются обзор литературы (достаточно объемный) по теме диссертации и методы исследования. В **разделе 3.1** изучаются условия существования у уравнений Эйлера – Пуассона полиномиальных решений класса Стеклова – Ковалевского – Горячева – Чаплыгина для случая динамически симметричных тел. Ранее данную задачу рассматривал Г. В. Горр, который сформулировал свой результат для варианта динамически несимметричных тел. Д. Н. Ткаченко доказал, что новых полиномиальных решений уравнений Эйлера – Пуассона не существует. Автор диссертации не ограничился случаем постоянного гиростатического момента. Полагая, что этот момент зависит от времени, он получил новую интерпретацию полиномиальных решений указанного выше класса и установил новую форму дифференциальных уравнений, которая обобщает уравнения Ковалевского – Харламова (**раздел 3.2**).

В **разделе 3.2** изучены полиномиальные решения обобщенного класса уравнений движения гиростата с постоянным гиростатическим моментом. Этот класс ранее рассматривали Е. И. Харламова и Г. В. Мозалевская. Они установи-

ли аналитический вид решения и анонсировали условия на параметры задачи, приведя пример условий Б. И. Коносеви́ча – Е. В. Поздняковича для решения классической задачи. В диссертации показана единственность решения Е. И. Харламовой и Г. В. Мозалевской и проанализированы в общем случае условия на параметры, что позволило установить новые области изменения параметров. При помощи интерпретации Пуансо в диссертации представлено кинематическое истолкование движения тела в данном решении.

В главе 4 при помощи методов степенной геометрии исследованы асимптотики уравнений движения тяжелого гиростата, имеющего неподвижную точку. Интерес к данной теме был стимулирован в работах А. Д. Брюно на примере задачи о движении тяжелого гиростата. В самом деле, степенная геометрия позволяет получить комплексные аналитические решения уравнений для больших или малых значений проекции угловой скорости тела на барицентрическую ось. А. Д. Брюно установил тесную связь степенных разложений с полиномиальными решениями рассматриваемых уравнений. Д. Н. Ткаченко с использованием методик степенной геометрии получил 22 семейства степенных разложений.

Глава 5 посвящена редукции уравнений движения гиростата в задачах динамики к уравнениям класса Ковалевского – Харламова. Рассмотрены две задачи: задача о движении гиростата под действием потенциальных и гироскопических сил и задача о движении гиростата в магнитном поле с учетом эффекта Барнетта – Лондона. Данная глава представляет математический интерес, поскольку многие решения классической задачи получены на основании новых форм редуцированных уравнений (В. Гесс, Н. Ковалевский, С. А. Чаплыгин, П. В. Харламов). Следует отметить, что, полученные Д. Н. Ткаченко, уравнения не являются тривиальным обобщением известных форм и поэтому они могут быть использованы для построения новых классов полиномиальных решений. Один из таких классов изучил Д. Н. Ткаченко. Таким образом, результаты, полученные автором в главах 3 – 5, являются **новыми**.

Достоверность полученных результатов задается использованием фундаментальных законов физики, известных классов динамических уравнений механики, базовыми результатами теории дифференциальных уравнений.

Теоретическая значимость результатов определяется применением методик построения классов частных решений в динамике твердого тела и вычислении подходящих асимптотик.

Практическая значимость работы состоит в построении конкретных частных решений, что позволяет затем применять эти решения и соответствующие классы решений в задачах теории управления движением, при анализе устойчивости движения в динамике твердого тела и систем твердых тел.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 статей и тезисы докладов на 4 конференциях.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Результаты диссертации рекомендуются к использованию при исследовании и проектировании различных механических систем, составленных из твер-

дотельных компонент, систем управления такими механическими системами, при анализе устойчивости их движения.

К диссертации имеются **замечания**:

1. Недостаточно полно проведен сравнительный анализ результатов, полученных в диссертации, для уравнений класса Кирхгофа–Пуассона и для уравнений движения тела в магнитных полях.

2. При исследовании степенных разложений уравнений движения тяжелого гиростата желательнее было бы более четко указать связь этих разложений с полиномиальными решениями.

3. В списке литературы нет ссылок на публикации последних лет. Особенно это касается зарубежных авторов. Исключение – работа Х. Яхья.

Оценка работы в целом.

Диссертация посвящена актуальной теме в области динамики механических систем. Автор продемонстрировал хорошее владение математическим аппаратом, применяемом по теме диссертации. Перечисленные замечания не снижают общую положительную оценку уровня выполненной диссертационной работы. Применяются традиционные технологии редукции динамических уравнений и использованы современные математические методы качественного анализа полиномиальных решений и степенных разложений. Результаты диссертации в достаточной степени опубликованы в специализированных журналах по теме работы. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

В целом диссертация Дмитрия Николаевича Ткаченко «Полиномиальные решения уравнений динамики в задачах о движении гиростата с постоянным и переменным гиростатическим моментом» отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.02.01 – теоретическая механика, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры мехатроники и теоретической механики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» « 23 » апреля 2018г., протокол № 7 .

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



Б. С. Бардин

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



И. И. Косенко