**ОТЗЫВ**

о статье К.В. Герасимова и А.А. Зобовой

«Движение симметричного экипажа на омни-колесах с массивными роликами»

В статье К.В. Герасимова и А.А. Зобовой изучается движение по неподвижной горизонтальной абсолютно шероховатой плоскости симметричного экипажа, колеса которого оснащены роликами. В отличие от предыдущих работ авторов этой статьи, а также работ других авторов, здесь предполагается, что каждый ролик является массивным.

В статье рассматривается симметричный относительно вертикальной оси экипаж с омни-колесами, движущийся по инерции. Экипаж состоит из платформы и какого-то количества идентичных омни-колес. Плоскости этих колес неподвижны относительно платформы. На каждом колесе вдоль обода располагаются массивные ролики. Ось вращения каждого ролика перпендикулярна оси вращения колеса. Эти оси жестко закреплены в дисках колес и располагаются вдоль хорд окружности на ободе колеса. Таким образом, концы осей вращения располагаются равномерно вдоль обода колеса. Считается, что контакт роликов с опорной плоскостью является точечным, и что ролики не проскальзывают по этой плоскости.

Уравнения движения составлены в статье методом, который был предложен Я.В.Татариновым. Рассматриваемая в статье система является консервативной и лагранжиан равен кинетической энергии.

При переходе контакта колеса с опорной плоскостью от одного ролика к другому знаменатель в выражении (2.1) обращается в нуль. При этом правые части уравнений движения претерпевают разрыв, который авторы называют «неустранимым». Однако в реальных конструкциях ролики располагают в несколько рядов. Благодаря этому, указанной особенности в математической модели можно избежать. Авторы при составлении математической модели «усекают» концы роликов, допускают их пересечение и, одновременно, «пренебрегают» этим пересечением (соответствующая ситуация иллюстрируется на рис. 3). Благодаря этому, они устраняют «неустранимую» особенность в уравнениях движения.

При касании опорной поверхности новым (следующим при качении каждого колеса) роликом на него мгновенно накладывается связь. В то же время с освободившегося ролика связь снимается. Это, вообще говоря, вызывает скачки скоростей в системе (если масса роликов учитывается). Авторы пишут в статье об этом эффекте, однако не рассматривают его, «опираясь на наблюдения за реальными системами, которые демонстрируют довольно «гладкое» поведение…». Одной из возможных причин такого гладкого поведения они считают существенное превышение массы платформы над массами роликов. Но ведь при существенном превышении массы платформы над массами роликов массой последних вообще можно пренебречь, что и делалось ранее в ряде работ!? В работе же К.В. Герасимова и А.А. Зобовой рассматривается *именно* случай, когда ролики являются массивными. Таким образом, в своей работе авторы учитывают массу роликов только в тех фазах движения, когда не происходит смена роликов, находящихся в контакте с опорой. Можно пожелать авторам в их будущих исследованиях учесть также и скачки скоростей в системе при наложении связей на массивные ролики и снятии этих связей.

В качестве примера авторы приводят в статье результаты численного моделирования движения трехколесного экипажа с пятью роликами на каждом колесе. При этом они рассматривают различные движения: вращение экипажа вокруг вертикальной оси, движение по прямой в направлении оси одного из колес, движение центра масс с одновременным вращением платформы вокруг вертикальной оси. Все эти движения они сравнивают с движениями, полученными в предположении, что ролики являются безмассовыми, и отмечают отличия.

Помимо приведенного выше замечания относительно связей, накладываемых на массивные ролики и снимаемых с них, у рецензента при чтении статьи возникли еще следующие редакционные замечания.

1. См. стр. 2, 6-я строка снизу. Здесь в слове «исследование» пропущена буква «а».
2. См. стр. 3, строки 2-я и 3-я сверху. Здесь, по-видимому, правильно писать, что оси роликов **параллельны касательным** к границам дисков колес.
3. Ссылки на рисунки впервые появляются на стр. 3 (см. 3-я и 9-я строки сверху). При этом, прежде всего, на 3-ей сверху строке, делается ссылка на рис. 2, а далее, на 9-ой сверху строке, делается ссылка на рис. 1. По существу дела, ссылки сделаны правильно – на нужные рисунки. Но при этом необходимо поменять номера первых двух рисунков, приведенных на стр. 19, и, конечно, указанные выше номера рисунков на стр. 3. Авторам следует проследить за номерами рисунков дальше по тексту статьи и скорректировать их там, где это потребуется.
4. См. стр. 3, 6-я строка снизу. Здесь, вместо «… угол между OX и Sξ …» лучше писать «… угол между осями OX и Sξ …».
5. См. стр. 3, 2-я строка снизу. В приведенной здесь формуле для вектора **q** обобщенных координат через  обозначены углы поворота всех *N* роликов, находящихся в контакте с опорной поверхностью. По аналогии с этим логично было бы, по-видимому, обозначить через  углы поворота всех свободных – не находящихся в контакте с опорной поверхностью – роликов. Количество этих роликов равно .
6. См. стр. 4, 5-я снизу строка. В конце предложения лучше написать: «… безынерционной модели **роликов**.».
7. См. стр. 8, свойство 2 (9-я строка снизу). Здесь союз «то», по-видимому, лучше опустить.
8. См. стр. 9, 9-я строка сверху. Здесь нужно писать: .
9. См. стр. 19, 1-ю и 2-ю строки снизу. Желательно было бы написать размерности приведенных здесь величин.
10. Рисунки 5 – 7 требуют редактирования.