отвечающую фазе «полета» и перемещения корпуса (сплошная красная кривая) и обратно. Рассмотрим на сечении фазового цилиндра последовательность значений угла поворота дебаланса, при которых происходит k-е нечетное переключение углового ускорения. Показано, что если не рассматривать ограничение на максимальное значение ускорения, то скорость вращения дебаланса с ростом k будет расти до бесконечности.

2. Реализация нового алгоритма. Построен алгоритм управления роботом с учетом ограничений на угловые ускорения дебаланса и маховика. Дана оценка влияния этих ускорений на среднюю скорость робота.

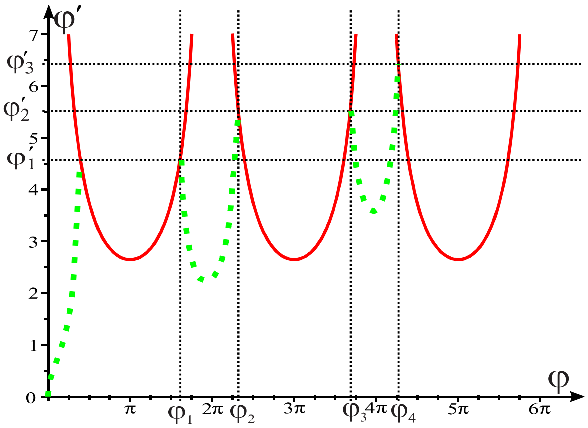

Рис. 2 — Фазовая плоскость

Работа выполнена при поддержке Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского университета «Фундаментальные и прикладные исследования космоса».

Библиографические ссылки

1. *Dosaev M., Samsonov V., Hwang S.S.* Construction of control algorithm in the problem of the planar motion of a friction-powered robot with a flywheel and an eccentric weight // Applied Mathematical Modelling, 2021. Vol. 89. P. 1517–1527.

СКОЛЬЖЕНИЕ ТАБУРЕТА НА ЭЛАСТИЧНЫХ ОПОРАХ ПО ШЕРОХОВАТОЙ ПОВЕРХНОСТИ

М.З. Досаев, В.А. Самсонов

Институт механики МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия
`{dosayev,samson}@imec.msu.ru`

Введение. При моделировании торможения вибрационного робота на двух опорах по шероховатой плоскости были обнаружены проблемы с описанием силы трения [1]. Подобные проблемы встречались при моделировании и других задач механики [2]. Для регуляризации описания взаимодействия тела с опорой в модель введена податливость опор.

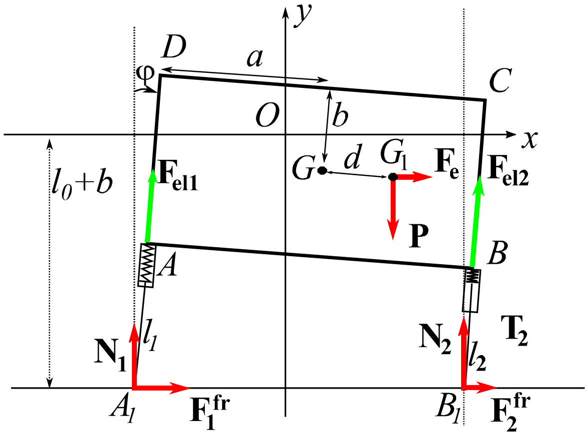

Рис. 1 — Тело с упругими опорами на шероховатой плоскости

1. Описание механической системы. Пусть тяжелое прямоугольное тело $ABCD$ массой m (рис. 1) совершает плоско-параллельное движение, опираясь двумя опорами AA_1 и BB_1 на горизонтальную шероховатую плоскость. Чтобы смоделировать податливость опор, будем считать их телескопическими, оснащенными одинаковыми пружинами достаточно большой жесткости. Центр тяжести G_1 прямоугольника смещен от центра прямоугольника G вдоль прямой DC на расстояние d. На систему действуют следующие внешние силы: сила тяжести mg (g – ускорение свободного падения), нормальные и тангенциальные реакции опор, которые в случае скольжения опорных ног связаны между собой по закону Кулона, а также боковая сила Fe, приложенная в центре масс G_1. В качестве обобщенных координат выберем координаты центра масс и угол между вертикалью и боковыми сторонами прямоугольника.

2. Динамика системы. Исследуем возможные типы поведения системы. Рассматриваемая система имеет переменную структуру. В общем случае, при скольжении обеих ног, у нее 3 степени свободы. В промежутки времени, когда одна из опор не скользит, у системы две степени свободы. Это эквивалентно наложению дополнительной связи. Вторая опора при этом останавливается только в те моменты времени, когда угловая скорость тела обратится в ноль. Проведено численное исследование полученной динамической системы переменной структуры для различных величин коэффициента трения. Показано, что даже простейшее переходное движение тела из некоторого состояния покоя в положение равновесия сопровождается проскальзыванием одной или обеих опор в зависимости от величины коэффициента трения. При трении равном приложенной боковой силе, при котором тело на жестких опорах не сдвинулось бы с места, центр масс системы набирает ненулевую скорость.

Библиографические ссылки

1. *Dosaev M., Samsonov V., Klimina L., Lokshin B., Hwang S.S., Selyutskiy Yu.* Braking of a solid body supported by two supports on a horizontal rough plane // ROMANSY 23 - Robot Design, Dynamics and Control, 2021. Vol. 601. P. 441–448.
2. *Neymark Y., Fufaev N.* The Painleve paradoxes and the dynamics of a brake shoe // J. Appl. Math. Mech., 1995. Vol. 59. No. 3. P. 343–352.

НЕОБХОДИМЫЕ И ДОСТАТОЧНЫЕ УСЛОВИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СИЛЬНО-СЛАБО ВЫПУКЛОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

С.И. Дудов, М.А. Осипцев

Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия

DudovSI@info.sgu.ru, Osipcevm@gmail.com

1. В последние десятилетия растёт интерес к задачам слабо – сильно выпуклого программирования (ССВП), то есть к задачам минимизации сильно или слабо выпуклых функций на сильно или слабо выпуклом множествах. Это стало следствием изучения сильно и слабо выпуклых множеств и функций ([1–3]) в рамках параметрически выпуклого анализа, являющимся одним из разделов негладкого анализа.

В докладе будут приведены необходимые и достаточные условия решения задач ССВП. Используемые обозначения: $D_r(x_1, x_2)$ – пересечение всех евклидовых шаров радиуса $r > 0$, содержащих точки x_1 и x_2; $\| \cdot \|$ – евклидова норма; $B(x, r) = \{y \in \mathbb{R}^p : \|x - y\| \leq r\}$; $Arg \min\limits_{x \in D} f(x) = \{y \in D : f(y) = \min\limits_{x \in D} f(x)\}$; $\partial f(x)$ – субдифференциал Кларка функции $f(\cdot)$ в точке x; $N(x, D)$ – нормальный конус Кларка множества D в точке x.

2. Введём необходимые определения (см. [1–3]).

Определение 1. *Множество $A \subset \mathbb{R}^p$ называется*
а) r-сильно выпуклым,если с любой парой точек x_1 и x_2, таких что $\|x_1 - x_2\| \leq 2r$ оно содержит и $D(x_1, x_2)$.