Используя метод приращений, развитый в работах [3, 4], при некоторых предположениях доказано необходимое условие оптимальности типа принципа максимума Понтрягина.

В докладе рассмотрен случай вырождения (особый случай [5]) условия максимума Понтрягина.

Применяя методику, предложенную в [6] и развитую в работах [7, 8], доказаны необходимые условия оптимальности (в частности, аналог условия оптимальности Габасова-Кирилловой [5]).

В случае открытости области управления, используя условие неотрицательности второй вариации функционала качества вдоль оптимального управления, доказано конструктивно проверяемое необходимое условие оптимальности второго порядка.

Библиографические ссылки

1. *Samko S.G., Kilbas A.A. Marichev O.I.* Fractional Integrals and Derivatives – Theory and Applications. Gordon and Breach Longhorne Pennsylvania, 1993.
2. *Самко С.Г., Килбас А.А., Маричев О.И.* Интегралы и производные дробного порядка, и некоторые их приложения. Мн.: «Наука и техника», 1987.
3. *Габасов Р., Кириллова Ф.М.* Принцип максимума в теории оптимального управления. М.: Либроком, 2011. 272 с.
4. *Габасов Р., Кириллова Ф.М., Альсевич В.В. и др.* Методы оптимизации. Мн.: «Четыре четверти», 2011. 472 с.
5. *Габасов Р., Кириллова Ф.М.* Особые оптимальные управления. М.: Либроком, 2011. 256 с.
6. *Мансимов К.Б.* Необходимые условия оптимальности особых процессов в задачах оптимального управления // Автореф. дисс. на соиск.ученой степени д-ра физ.-мат. наук. Баку, 1994. 43 с.
7. *Мансимов К.Б.* Особые управления в системах с запаздыванием. Баку: ЭЛМ, 1999. 176 с.
8. *Марданов М.Дж., Мансимов К.Б., Меликов Т.К.* Исследование особых управлений и необходимые условия оптимальности второго порядка в системах с запаздыванием. Баку: ЭЛМ, 2013. 355 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНКИ ПО ВОДЕ

А.В. Бойко, А.П. Голуб, В.А. Ерошин, В.А. Самсонов

НИИ механики МГУ, Москва, Россия

holub.imech@gmail.com

Введение. Исследование качения по поверхности воды колесных и гусеничных надводных аппаратов (багги, снегоходы, мотоциклы и пр.) вызывает большой интерес в последнее время. Необходимо подчеркнуть, что по сравнению с глиссерами и судами на подводных крыльях, качение по воде на колёсах и гусеницах позволяет в полтора-два раза увеличить скорость движения надводных судов, а также уменьшить расход топлива. Такие машины являются амфибиями, то есть могут двигаться по суше и мелководью с достаточно большой скоростью. Практическое использование этой идеи и объясняет интерес к вопросам определения гидродинамических сил, возникающих при качении по поверхности воды.

Постановка задачи. Рассматривается движение гусеничного объекта по поверхности воды. На гусенице присутствуют грунт зацепы, которые при взаимодействии с водой создают тягу. Будем рассматривать движение машинки, как плоскопараллельное. Для создания подъёмной силы, корпус наклонён к горизонтальной поверхности под некоторым постоянным углом (в данной задаче рассматривались малые углы наклона). Таким образом, в системе имеется две степени свободы – это координаты центра масс x и y. Вертикальная y указывает, насколько машинка погружена в воду, $\dot{x}$ – линейную скорость. Именно эти два параметра являются ключевыми, при изучении движения данного объекта. Во время движения на систему действуют сила тяжести, подъёмная сила и сила сопротивления со стороны воды на погруженную часть машинки, а также тяга создаваемая гусеницей. В модели учитывается погружение машинки, это приводит к изменению сил, связанных со взаимодействием с водой. Чем меньше погружена машинка, тем меньше тяга и подъёмная сила, но и меньше сила сопротивления. При глубоком погружении (когда гусеница погружена полностью) сила тяги и подъёмная силы считаются постоянными, а сила сопротивления увеличивается при дальнейшем погружении. Тяга и подъёмная сила моделируются на основе данных экспериментов, которые проводились на водоканале НИИ механики МГУ [1].

Результаты. Моделирование проведено для разных значений начальной скорости и скорости вращения гусеницы. Дана оценка начальной скорости и угловой скорости вращения гусеницы, при которой машинка не будет тонуть, а выйдет на режим движения по воде. Значение начальной скорости является одним из важных параметров. При её малой величине не всегда удаётся выйти на нужный режим, даже если скорость вращения гусеницы достаточно большая. Приведены результаты моделирования и получен диапазон значений, при которых возможно движение по поверхности воды.

Библиографические ссылки

1. *Boyko A.V., Golub A.P., Yeroshin V.A., Samsonov V.A.* Hydrodynamics of new high-speed surface systems // Journal of Physics: Conf. Series. 2020. Vol. 1666.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВХОДНЫХ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ УРАВНЕНИЙ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ТИПА

В.Т. Борухов, Г.М. Заяц

Институт математики НАН Беларуси, Минск, Беларусь
`val01@tut.by, zayats@im.bas-net.by`

При диагностике и управлении процессами переноса возникает широкий спектр задач идентификации. Среди них важные для технических и научных приложений задачи восстановления источников процессов теплопереноса, описываемых начально-краевыми задачами для систем уравнений в частных производных гиперболического типа.

Рассмотрим задачу идентификации временной компоненты источника тепла в нелинейной системе дифференциальных уравнений теплопроводности гиперболического типа, имеющей вид

$$\rho(T)c(T)\frac{DT}{Dt} = -\frac{\partial q}{\partial x} + g(x,t), \tag{1}$$

$$\tau\frac{Dq}{Dt} = -\lambda(T)\frac{\partial T}{\partial x} - q, \quad x \in [0,l],\ t \in [0,t_f], \tag{2}$$

где $T = T(x,t),\ q = q(x,t)$ – искомые функции, $\frac{D}{Dt} = \frac{\partial}{\partial t} + v(x)\frac{\partial}{\partial x}$ – материальная производная, $\rho(T) > 0,\ c(T) > 0,\ \lambda(T) > 0,\ v(x),\ g(x,t)$ – гладкие функции. Применение материальной производной $\frac{D}{Dt}$ обеспечивает инвариантность системы уравнений (1), (2) относительно группы преобразований Галлилея [1]. Системы вида (1), (2) описывают процессы распространения тепла в нелинейной среде с учетом времени релаксации теплового потока τ и конвективной составляющей тепла. При $\tau = 0$ система уравнений (1), (2) приводится к стандартному нелинейному уравнению теплопроводности параболического типа, а при $\tau > 0$ и при отсутствии конвективного терма – к нелинейному уравнению теплопроводности гиперболического типа.