

УДК 531.751.1, 531.311, 531.532

И.П. Попов

Департамент экономического развития, торговли и труда Курганской области

СОЗДАНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ МАССЫ

Аннотация. Вводится в рассмотрение искусственная инертная масса, реализованная на основе электромеханического преобразователя. Искусственная масса удовлетворяет второму закону Ньютона.

Ключевые слова: искусственный, инертная масса, второй закон Ньютона.

I.P. Popov

Department of Economic Development, Trade and Labor of Kurgan Oblast

CREATING ARTIFICIAL MASS

Abstract. The article introduces artificial inert mass realized using the electromechanical transducer. Artificial mass satisfies Newton's second law.

Index terms: artificial, inert mass, Newton's second law.

ВВЕДЕНИЕ

В классической механике механическая величина инертная масса m по существу определяется основной аксиомой динамики – вторым законом Ньютона. При этом «натуральная» масса объекта пропорциональна количеству вещества, заключенного в объекте.

Под искусственной массой следует понимать величину, неотличимую от «натуральной» массы, т.е. удовлетворяющую второму закону Ньютона. Инертность искусственной массы обуславливается не количеством вещества, а некоторыми иными физическими обстоятельствами.

Искусственная масса может быть компонентом механических систем, в том числе механического линейного гармонического осциллятора и колебательных устройств с однородными элементами [1–5].

1 Устройство, обладающее искусственной массой

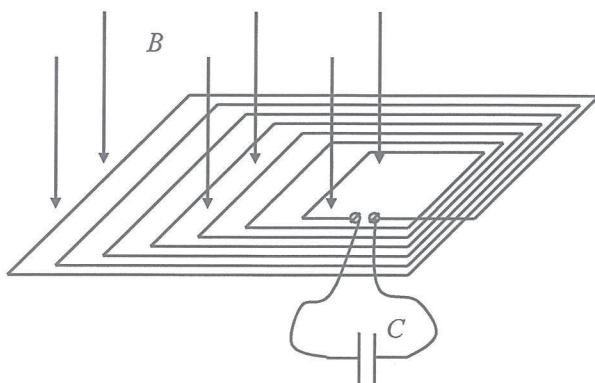


Рисунок 1 – Устройство, обладающее искусственной массой

На рисунке 1 представлено устройство [6; 7], обладающее свойствами инертной массы. Количество проводящих рамок – n , длина их активной части – l , индукция магнитного поля – B , емкость конденсатора – C . Масса, активное сопротивление и индуктивность рамок не учитываются.

2 Математическая модель

При перемещении устройства в рамках возникает ЭДС электромагнитной индукции

$$e_i = -Bln \frac{dx}{dt}.$$

В соответствии со вторым законом Кирхгофа

$$Bln \frac{dx}{dt} = \frac{1}{C} \int_0^t idt,$$

где правая часть – напряжение на конденсаторе, i – ток. Производная этого выражения

$$Bln \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{1}{C} i,$$

$$i = BlnC \frac{d^2x}{dt^2}.$$

С учетом последнего соотношения запись закона Ампера

$$F = Blni = (Bln)^2 C \frac{d^2x}{dt^2}.$$

Пусть $y = (Bln)^2$ – параметрический коэффициент. Тогда

$$F = yC \frac{d^2x}{dt^2} = m_C \frac{d^2x}{dt^2}.$$

Это запись второго закона Ньютона, посредством которого определяется инертная масса. Здесь

$$m_C = yC$$

– искусственная или емкостная масса.

Устройство, обладающее свойствами инертной массы, в сочетании с пружиной с коэффициентом упругости k образует маятник, собственная частота которого равна

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m_C}} = \sqrt{\frac{k}{yC}}.$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрена искусственная масса или емкостная масса. Существенной особенностью механических устройств с ее применением является возможность широкого и быстрого регулирования массы.

Полученное выражение дополняют соотношения, связывающие величины различной физической природы [8–12].

Искусственная масса принципиально отличается от аналогий между массой и электромагнитными величинами, поскольку электромагнитные аналоги не могут применяться в качестве элементов механических систем.

Список литературы

1 Попов И.П. Свободные гармонические колебания в системах с

- однородными элементами // Прикладная математика и механика. 2012. Т. 76. Вып. 4. С. 546-549.
- 2 Попов И.П. Колебательные системы, состоящие только из инертных или только упругих элементов, и возникновение в них свободных гармонических колебаний // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2013. № 1(21). С. 95-103.
- 3 Попов И.П., Шамарин Е.О. Свободные механические гармонические колебания со смещенными фазами // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2013. № 2(29). С. 39-48.
- 4 Попов И.П. Механические колебательные системы, состоящие только из однородных элементов, и возникновение в них свободных гармонических колебаний // Омский научный вестник. Приборы, машины и технологии. 2012. № 3(113). С. 177-179.
- 5 Попов И.П. Колебательные системы с однородными элементами // Инженерная физика. 2013. № 3. С. 52-56.
- 6 Попов И.П. Реактивные элементы электрических цепей с «неэлектрическими» параметрами // Вестник Самарского государственного технического университета. Технические науки. 2010. №4(27). С. 166-173.
- 7 Попов И.П. Свободные гармонические колебания в системах с элементами различной физической природы // Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова. 2012. Т. 18, № 4. С. 22-24.
- 8 Попов И.П. Об электромагнитной системе единиц // Вестник Челябинского государственного университета. Физика. 2010. Выпуск 7. №12(193). С. 78-79.
- 9 Попов И.П. Функциональная связь между индуктивностью и массой, емкостью и упругостью // Вестник Забайкальского государственного университета. 2013. № 02(93). С. 109-114.
- 10 Попов И.П. Зависимость реактивного сопротивления пьезоэлектрического преобразователя от механических параметров его нагрузки // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2013. № 5 (87). С. 94-98.
- 11 Попов И.П. Реализация частной функциональной зависимости между индуктивностью и массой // Российский научный журнал. 2012. № 6(31). С. 300-301.
- 12 Попов И.П. Упруго-индуктивный осциллятор // Российский научный журнал. 2013. № 1(32). С. 269-270.

УДК 519.233.22

О.С. Черепанов
Курганский государственный университет

СВОЙСТВА АДАПТИВНОЙ РОБАСТНОЙ ОЦЕНКИ РЕГРЕССИИ

Аннотация. В работе рассматриваются свойства адаптивных параметрических оценок линейной регрессии, полученных на основе взвешенного метода максимального правдоподобия. Получены квадратичные погрешности адаптивной оценки для моделей выбросов Тьюки. Проведено сравнение эффективности предложенной адаптивной оценки с классическими робастными оценками линейной регрессии.

Ключевые слова: линейная регрессия, взвешенный метод максимального правдоподобия, робастный, адаптивный.

O.S. Cherepanov
Kurgan State University

PROPERTIES OF ADAPTIVE ROBUST REGRESSION ESTIMATION

Abstract. The paper considers the properties of adaptive linear regression parameter estimators derived from the weighted maximum likelihood method. Quadratic errors of adaptive estimation for models of Tukey outliers were obtained. The efficiency of the proposed adaptive estimation was compared with classical robust estimates of linear regression.

Index terms: linear regression, weighted maximum likelihood method, robust, adaptive.

ВВЕДЕНИЕ

Математическая статистика предлагает большой набор робастных алгоритмов для задачи регрессии [1-3]. Как правило, предложенные алгоритмы эффективны лишь для определенных классов супермоделей и не обладают способностью адаптации к виду и степени засорения. Исключением может служить усеченная регрессия [4], однако параметр усечения зачастую подбирается эвристически. В связи с этим возникает необходимость в адаптивных алгоритмах с автоматической подстройкой к виду распределения и выбросам в исходных данных.

В работе на основе взвешенного метода максимального правдоподобия [5; 6] рассматриваются свойства адаптивных параметрических оценок линейной регрессии для нормального распределения и их сравнение с рядом робастных алгоритмов [3].

1 Постановка задачи

Рассмотрим классическую задачу одномерной регрессии:

$$y = r(x, \Theta) + \varepsilon, \quad (1)$$

где x – случайная величина с известной функцией распределения G_1 и плотностью g_1 ; r – функция регрессии, определенная с точностью до параметров $\Theta = (\theta_1, \dots, \theta_k)$; ε – независимая от x случайная величина с известной функцией распределения G_2 и плотностью g_2 . Требуется по двумерной выборке (x_i, y_i) , $i=1..N$ оценить вектор параметров Θ .

2 Взвешенный метод максимального правдоподобия для задачи регрессии

Оценка вектора параметров функции регрессии (1) на основе взвешенного метода максимального правдоподобия [5; 6] определяется как решение системы уравнений вида:

$$\sum_{i=1}^N \psi_j(x_i, y_i) = 0, j = 1, \dots, k,$$

$$\psi_j(x, y) = \frac{\partial}{\partial \theta_j} \log g_1(y|x) g_1^h(x) g_2^h(y|x), \quad (2)$$

где $\Psi = (\psi_1, \dots, \psi_k)$ – оценочная вектор-функция, $l = (l_1, l_2)$ – вектор параметров радикальности, определяющий робастность оценки.

При $l = (0, 0)$ получаем оценки максимального правдоподобия (ОМП), при $l = (0.5, 0.5)$ и $l = (1, 1)$ – радикальные оценки (РО) и оценки максимальной устойчивости (ОМУ) соответственно.

Интегральная квадратичная погрешность регрессии R может быть записана в следующем виде [3]:

$$R = \text{tr}(E(\dot{r}^T H(\Psi \Psi^T) H^T)), \quad (3)$$

$$\dot{r} = \left(\frac{\partial}{\partial \theta_1} r(x, \Theta), \dots, \frac{\partial}{\partial \theta_k} r(x, \Theta) \right)$$

$$H = (E\dot{\Psi})^{-1},$$

где $\dot{\Psi}$ – матрица производных $(\partial \psi_j / \partial \theta_i)$.

Для независимых случайных величин x и ε квадратичную погрешность (3) принимает следующий вид:

$$R = \text{tr}(E(\dot{r}^T) H(\Psi \Psi^T) H^T). \quad (4)$$