

λ , прибавления ее к i -й строке и умножения k -й строки на $\frac{1}{\lambda}$.

перестановка i -й и k -й строк есть результат прибавления к i -й строке k -й, умноженной на -1 , прибавления получившейся строки к k -й строке, прибавления к новой i -й строке новой k -й строки, умноженной на -1 , умножение получившейся i -й строки на -1 .

ЛИТЕРАТУРА

1. Курант Р., Роббинс Г. Что такое математика? М.: Просвещение, 1967.
2. Курош А.Г. Курс высшей алгебры. М.: ГИФМЛ, 1963.
3. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Государственные требования к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника педвуза по специальности «математика с дополнительной специализацией информатика». М., 2000.
4. Куликов Л.Я. Алгебра и теория чисел. М.: Высшая школа, 1979.

Абдрахманов Валий Габдрауфович
Уфимский государственный
авиационный технический ун-т
Россия, Уфа
e-mail: abvil@yandex.ru

Смолин Юрий Николаевич
Магнитогорский
государственный ун-т
Россия, Магнитогорск
e-mail: smolin@masu.ru

Поступила в редакцию 10 мая 2007 г.

ЛИНЕЙНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ВОЛЬТЕРРЫ 3 РОДА С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

© В. Г. Абдрахманов, Ю. Н. Смолин

По-видимому, интегральные уравнения 3 рода Фредгольма первым изучал Е. Пикар в своей работе «Sur les equations integrales de troisieme espece», опубликованной в 1910 году. Дальнейшие результаты по этой тематике для вольтерровских уравнений были получены немногими авторами [1, 2]. Мы применили методику первого из них для рассмотрения интегральных уравнений Вольтерры 3 рода с запаздыванием.

Введем банахово пространство функций $\varphi : [0, \delta] \rightarrow R$:

$$B_{\gamma}^k = \{\varphi : \varphi^{(i)}(t) = t^{\gamma-i} \omega_i(t), i = 0, 1, \dots, k\},$$

где ω_i — измеримые и ограниченные в существенном на $[0, \delta]$ функции,
 $\|\varphi\| = \max_i \|\omega_i(t)\|_{L_{\infty}}$.

В пространстве B_γ^k рассмотрим уравнение

$$\psi(t)x(t) + \int_0^t K(t,s)x(h(s))ds = f(t), \quad (1)$$

где $K(0,0) = 0$, $K(\cdot, \cdot)$ имеет в некоторой окрестности точки $(0,0)$ суммируемые частные производные, причем в самой этой точке ее некоторая частная производная отлична от 0; $\psi, f \in B_\gamma^k$, $\psi(0) = 0$; $h : [0, \delta] \rightarrow [0, \delta]$ — обратимая измеримая функция, удовлетворяющая условию согласования [3, с. 31].

Применим к интегралу в (1) формулу интегрирования по частям [4, с. 261] и положим $v(t) = \int_0^t x(h(s))ds$, что позволит от уравнения (1) перейти к уравнению

$$Av + Dv = f, \quad (2)$$

где

$$Av(t) = \psi(t)v'(t) + K(t,t)v(t) - \int_0^t K'_s(t,s)v(s)ds; \quad (3)$$

$$Dv(t) = \psi(t)[v'(h^{-1}(t)) - v'(t)]. \quad (4)$$

Займемся уравнением (2), общим решением которого является $v = \bar{w} + \bar{v}$, где $\bar{w}$ — общее решение уравнения $Av + Dv = 0$, а $\bar{v}$ — частное решение уравнения (2). Показано, что

$$\bar{v}(t) = \sum_{k=0}^{\infty} v_k(t), \quad (5)$$

где v_k — решение уравнения $Av = f_k$, причем $v_k = -Df_{k-1}$. Отметим, что ряд (5), вообще говоря, расходится, и для нахождения его «суммы» следует применять методы суммирования расходящихся рядов [5].

Далее находим w — общее решение уравнения $Av = 0$, и, полагая $\bar{w} = \omega + w$, приходим к уравнению

$$A\omega + D\omega = -Dw \quad (6)$$

относительно ω . Оно представляет собой уравнение вида (2), способ решения которого изложен выше.

Для нахождения x — общего решения уравнения (1) — остается положить $x = v'(h^{-1})$.

П р и м е р. Дано уравнение

$$t^2 x(t) - \int_0^t [-(8 + 24 \ln 2)t + (18 + 36 \ln 2)s]x(s/2)ds = t^2. \quad (7)$$

Здесь $v(t) = \int_0^t x(s/2)ds$,

$$Av(t) = t^2 v'(t) - (10 + 12 \ln 2)t v(t) + \int_0^t (18 + 36 \ln 2)v(s)ds,$$

$$Dv(t) = t^2(v'(2t) - v'(t)).$$

Ряд (5) в данном случае суммируем по Эйлеру [5, с. 305], и получаем частное решение уравнения вида (2): $\bar{v}(t) = -1/(9 + 12 \ln 2)$, что дает общее решение рассматриваемого уравнения (7):

$$x(t) = ct(1 + \ln t) - (9 + 12 \ln 2)^{-1}.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. *Магницкий Н.А.* Приближенные методы решения интегральных и функциональных уравнений Вольтерра 1-го рода: дис. ... канд. физ.-матем. наук. М., 1977.
2. *Sato T.* Sur l'equation integrale // J. Math. Soc. Japan. 1953. V. 5, № 2. P. 145–153.
3. *Антоневич А.Б.* Линейные функциональные уравнения. Операторный подход. Минск: Университетское, 1988.
4. *Камке Е.* Интеграл Лебега-Стилтьеса. М.: ГИФ.-МЛ, 1959.
5. *Воробьев Н.Н.* Теория рядов. М.: Наука, 1979.

Абдрахманов Валий Габдрауфович
Уфимский государственный
авиационный технический ун-т
Россия, Уфа
e-mail: abvil@yandex.ru

Смолин Юрий Николаевич
Магнитогорский
государственный ун-т
Россия, Магнитогорск
e-mail: smolin@masu.ru

Поступила в редакцию 8 мая 2007 г.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ УСТОЙЧИВОСТИ НЕРАВНОВЕСНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ: МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЙ ПОДХОД

© В. Г. Бабаян

Ранее нами была предложена механическая модель экономических систем, выбор которой был связан с природой исследуемого феномена. При этом на первое место были поставлены факторы устойчивости и гибкости или способности трансформироваться [1]. Основными элементами модели являлись конформационно подвижные сегменты — малые предприятия, связанные длинными цепями в корпорации и т.п. С материаловедческой точки зрения такая модель напоминала базовую структуру эластомерных материалов. При этом устойчивость, как и для эластомеров, обеспечивалась появлением «сил реакции» энтропийной природы: «порядку», образуемому принудительной внешней деформацией, сопротивляются конформационно подвижные сегменты. После снятия деформации они возвращают систему в слабохаотическую область, а случайно возникший «порядок» исчезает. В пользу такой модели свидетельствовало большое количество малых предприятий в бурно развивающейся экономике Китая, а также громадное количество малых предприятий в экономике США и других развитых стран. Инноваторы обычно составляют значительную часть работников малых предприятий, демонстрируя при поддержке университетов, государственных и частных инвестиционных фондов большие возможности разработки новых продуктов и материалов. Крупные корпорации, обладающие достаточными организационными и финансовыми возможностями, выводят удачные разработки на рынок. Не рассматривались в этой модели процессы развития, становления, присущие эволюционирующим