и используя неравенство Фридрихса, имеем

$$\left(1-\tau\mu C_0\right)\left\|\omega^{n+1}\right\|^2+\tau^2\left\|q_x^{n+1}\right\|^2\le\left(1-\beta\right)\left\|q^{n+1}\right\|^2+\left\|\omega^n\right\|^2.$$

Список литературы

1. Куттыкожаева Ш.Н. Метод фиктивных областей для уравнений Навье-Стокса. Вестник КазГУ, сер. Мех-мат. Инф. – 1998. – №13. – С. 54–59.
2. Смагулов Ш., Темирбеков Н.М., Камаубаев К.С. Моделирование методом фиктивных областей граничного условия для давления в задачах течения вязкой жидкости // Сибирский журнал вычислительной математики. – 2000. – Т.3, №1. – С. 57–71.
3. Самарский А.А. Теория разностных схем // Наука. – 1997. – С. 653.

ОБ АСИМПТОТИКЕ РЕШЕНИЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА С ЗАПАЗДЫВАЮЩИМ АРГУМЕНТОМ

Митрохин С.И.

НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва,
e-mail: Mitrokhin-sergey@yandex.ru

Рассмотрим дифференциальное уравнение четвёртого порядка:

$$y^{(4)}(x)+q(x)\cdot y(x-\tau)=\lambda\cdot a^4\cdot y(x),\quad 0\le x\le\pi,\ \ a>0,\quad \tau>0, \tag{1}$$

причём

$$y(x-\tau)=y(0)\cdot\phi(x-\tau),\quad x\le\tau,\quad \phi(0)=1, \tag{2}$$

где τ – запаздывание; λ – спектральный параметр; потенциал $q(x)$ – суммируемая функция на отрезке $[0;\pi]$: $q(x)\in L_1[0;\pi]$, начальная функция $\varphi(x)$ – суммируемая функция на отрезке $[-\tau;0]$: $\varphi(x)\in L_1[-\tau;0]$.

Пусть $\lambda=s^4$, $s=\sqrt[4]{\lambda}$ – некоторая ветвь (зафиксируем её условием $\sqrt[4]{1}=+1$), пусть

$$w_k^4=1\quad\left(w_k=e^{\frac{2\pi i}{4}\cdot(k-1)},\quad k=1,2,3,4\right)$$

Методами, изложенными в работе [1], доказывается следующее утверждение.

Теорема 1. Решение $y(x, s)$ дифференциальное уравнение (1) является решением следующего интегрального уравнения Вольтерра:

$$y(x,s)=\sum_{k=1}^{4}C_k\cdot e^{aw_k sx}-\frac{1}{4a^3s^3}\cdot\sum_{k=1}^{4}w_4\cdot e^{aw_k sx}\cdot\int_0^x q(t)e^{-aw_k st}\cdot y(t-\tau)\cdot dt. \tag{3}$$

Применяя к (3) метод последовательных приближений Пикара и используя (2), приходим к выводу, что справедливо следующее утверждение.

Теорема 2. В случае $\tau\in(\pi;+\infty$ общее решение дифференциального уравнения (1)-(2) имеет следующий вид:

$$\frac{y^{(m)}(x,s)}{(as)^m}=\sum_{k=1}^{4}C_k\cdot\frac{y_k^{(m)}(x,s)}{(as)^m}=\sum_{k=1}^{4}C_k\cdot\left\{w_k^m\cdot e^{aw_k sx}-\frac{1}{4a^3s^3}\cdot\sum_{k_1=1}^{4}w_{k_1}\cdot w_{k_1}^m\cdot e^{aw_{k_1}sx}\times\right.$$
$$\left.\times\int_0^x q(t)\cdot e^{-aw_{k_1}st}\cdot\phi(t-\tau)dt\right\},\quad m=0,1,2,3. \tag{4}$$

Теорема 3. В случае $\tau\in\left(\frac{\pi}{2};\pi\right]$ общее решение дифференциального уравнения (1)-(2) имеет следующий вид:

$$\frac{y^{(m)}(x,s)}{(as)^m}=\sum_{k=1}^{4}C_k\cdot\frac{y_k^{(m)}(x,s)}{(as)^m}=\sum_{k=1}^{4}C_k\cdot\left\{w_k^m\cdot e^{aw_k sx}-\frac{A_{3k}^m(x,s)}{4a^3s^3}+\frac{A_{6k}^m(x,s)}{16a^6s^6}\right\},\quad m=0,1,2,3 \tag{5}$$

причём

$$A_{3k}^m(x,s)=\sum_{k_1=1}^{4}w_{k_1}\cdot w_{k_1}^m\cdot e^{aw_{k_1}sx}\cdot\int_0^x q(t)\cdot e^{a(w_k-w_{k_1})st}\cdot dt_{qkk_1}\cdot e^{-aw_k s\tau},\quad k=1,2,3,4;$$

$$A_{6k}^m(x,s)=w_k\cdot\sum_{k_1=1}^{4}w_{k_1}\cdot w_{k_1}^m\cdot e^{aw_{k_1}sx}\cdot e^{-aw_k s\tau}\int_0^x q(t)\cdot e^{a(w_k-w_{k_1})st}\left(\int_0^{t-\tau}q(\zeta)e^{-aw_k s\zeta}\times\right. \tag{6}$$
$$\left.\times\phi(\zeta-\tau)\cdot d\zeta\right)dt_{qkk_1\phi_k};\quad y_k(0,s)=1;\quad y_k^{(m)}(0,s)=(as)^m\cdot w_k^m,\quad m=0,1,2,3.$$

Теорема 4. В случае $\tau \in \left(0;\frac{\pi}{2}\right]$ общее решение дифференциального уравнения (1)-(2) имеет вид:

$$\frac{y^{(m)}(x,s)}{(as)^m}=\sum_{k=1}^{4}C_k\cdot\frac{y_k^{(m)}(x,s)}{(as)^m}=\sum_{k=1}^{4}C_k\cdot\left\{w_k^m\cdot e^{aw_k sx}-\frac{A_{3k}^m(x,s)}{4a^3s^3}+\frac{B_{6k}^m(x,s)}{16a^6s^6}+\underline{O}\left(\frac{e^{|\mathrm{Im}\,s|\cdot x}}{|s|^9}\right)\right\}, \quad (7)$$

где $A_{3k}^m(x,\ s)$ определены в (6),

$$B_{6k}^m(x,s)=\sum_{k_1=1}^{4}w_{k_1}\cdot\left[\sum_{k_2=1}^{4}w_{k_2}\cdot w_{k_2}^m\cdot e^{aw_{k_2}sx}\cdot\int_0^x q(t)\cdot e^{a(w_{k_1}-w_{k_2})st}\cdot\left(\int_0^{t-\tau}q(\zeta)\cdot e^{a(w_k-w_{k_1})s\zeta}\cdot d\zeta\right)\times\right.$$
$$\left.\times dt_{qkk_1qk_1k_2}\cdot e^{-aw_{k_1}s\tau}\cdot e^{-aw_k s\tau}\right],\quad m=0,1,2,3;\quad k=1,2,3,4, \quad (8)$$

оценки в (7) проводятся методами главы 5 монографии [2].

Полученные формулы позволяют изучать различные краевые задачи для дифференциального уравнения (1).

Список литературы

1. Митрохин С.И. Асимптотика собственных значений дифференциального оператора четвёртого порядка с суммируемыми коэффициентами // Вестник Московского университета. Сер. 1, математика, механика. – 2009. – №3. – С. 14-17.

2. Митрохин С.И. Спектральная теория операторов: гладкие, разрывные, суммируемые коэффициенты. – М.: ИНТУИТ, 2009. – 364 с.

«Секция молодых ученых, студентов и специалистов», Турция (Анталия), 16-23 августа 2012 г.

Технические науки

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕСУРСА КАК ОБЪЕКТА ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Гаврилов С.И.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, e-mail: of-gavrilov@mail.ru

Одним из направлений применения разработанной системы [1] стала работа над программой «Формирование в НИЯУ МИФИ инновационной среды, обеспечивающей коммерциализацию результатов НИОКР во взаимодействии с промышленными предприятиями в рамках перехода на новые технологические платформы» (разрабатываемой в рамках Постановления Правительства РФ №219 от 9 апреля 2010 г.). В рамках работы над Программой была произведена модификация стандартной иерархии показателей качества для УСКЗ [2], так как она имеет четкую направленность на инновационность. В связи с этим было принято решение добавить в набор показателей специализированного качества дополнительный показатель – Инновационность.

Данный показатель был добавлен в кластер Актуальность, в группу показателей Актуальность информационного содержания – в дополнение к Современности, Достоверности и Валидности. Инновационность в данном случае будет означать оригинальность информации, ее научную и практическую новизну.

Так же был добавлен дополнительный кластер – Бизнес-эффективность, для отражения предназначения данного ИОР к узкоспециализированной группе пользователей. В данный кластер вошли показатели:

– применимость инноваций на практике – отражает возможность применения результатов инновационных изысканий в практической деятельности предприятий;

– ожидаемый эффект от применения инноваций – отражает степень эффективности предлагаемых инноваций в производственной деятельности предприятий.

Проведенная оценка качества ИОР как объекта инновационной инфраструктуры показал, что разрабатываемый комплекс соответствует высоким требованиям системности и инновационность, предъявляемой Правительством РФ в рамках проводимого конкурса.

Список литературы

1. Гусева А.И., Гаврилов И.С. Система оценки качества информационно-образовательных ресурсов // Качество. Инновации. Образование. – 2010. – №5. – С. 9-15

2. Гусева А.И., Гаврилов С.И., Тихомирова А.Н. Модель управления качеством информационно-образовательных ресурсов // Программные продукты и системы. – 2010. – №1. – С. 146-149.