

тельности — в форме умений принимать нестандартные решения в проблемных ситуациях; опыт осуществления эмоциональных отношений — в форме личностных ориентаций.

Приобретение студентами опыта творческой деятельности и формирование соответствующих личностных ориентаций можно рассматривать как гуманитарную составляющую предметов естественно-математического цикла.

Следует отметить, что в настоящее время выпускник вуза наряду с профессиональной компетентностью должен обладать способностью принимать оптимальные решения в нестандартных ситуациях. Подготовка таких специалистов самым непосредственным образом связана с развитием творческих способностей и формированием исследовательских умений. Поэтому приобретение студентами опыта творческой деятельности является одной из приоритетных задач современного образования.

Итак, гуманитаризация образования состоит в активизации развивающего потенциала каждого учебного предмета, в создании условий для приобщения студентов к творчеству, методологии открытия нового.

Таким образом, в качестве основных направлений гуманизации образования можно выделить реализацию в учебном процессе ведущих положений педагогики сотрудничества и гуманитаризацию образовательного процесса.

Ефанова Оксана Леонидовна
Магнитогорский государственный ун-т
Россия, Магнитогорск
e-mail: tsbkv@udm.net

Поступила в редакцию 23 апреля 2007 г.

НЕПРЕРЫВНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ РЕШЕНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ОТ МОМЕНТА ИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

© Т. В. Жуковская

В большинстве исследований функционально-дифференциальных уравнений с импульсными воздействиями предполагается и существенно используется, что решение подвергается «ударам» в фиксированные моменты времени. Это предположение является следствием используемого математического аппарата и необходимо для того, чтобы решение было элементом банахова функционального пространства. Такой подход не позволяет рассматривать некоторые практические и теоретические задачи, например, нельзя гарантировать корректность модели относительно неточностей определения момента «удара». В работе предлагается метрическое пространство решений импульсных уравнений, удобное при изучении задач, в которых требуется учитывать возможность изменения момента импульсного

воздействия или неточность его измерения. Наше исследование основано на общих утверждениях о разрешимости уравнений с вольтерровыми операторами и непрерывной зависимости их решений от параметров, полученных в работе [1].

Пусть $L([a, b], R^n)$ — пространство суммируемых функций $y : [a, b] \rightarrow R^n$ с нормой $\|y\|_L = \int_a^b |y(s)| ds$; $AC([a, b], R^n)$ — пространство абсолютно непрерывных функций $x : [a, b] \rightarrow R^n$, имеющих при почти всех t суммируемую производную $x' \in L([a, b], R^n)$, с нормой $\|x\|_{AC} = |x(a)| + \|x'\|_L$. Зафиксируем $T_0 \in (a, b)$ и обозначим $ACS([a, b], R^n, T_0)$ — метрическое пространство функций, каждая из которых $x : [a, b] \rightarrow R^n$ может иметь разрыв не более чем в одной (любой) точке $T = T(x) \in (a, b)$, где непрерывна слева и имеет предел справа, в остальных точках дифференцируема, причем ее производная $x' \in L([a, b], R^n)$. Обозначим $\mathbf{j}(x)$ величину скачка функции $x \in ACS([a, b], R^n)$, то есть $\mathbf{j}(x) = x(T+0) - x(T)$. Метрику в $ACS([a, b], R^n, T_0)$ определим равенством

$$\rho_{ACS}(x, u) = \|x' - u'\| + |x(a) - u(a)| + |T(x) - T(u)| + |\mathbf{j}(x) - \mathbf{j}(u)|.$$

В этой формуле считаем $\mathbf{j}(x) = 0$ и $T(x) = T_0$, если функция x непрерывна.

Пусть при каждом $T \in (a, b)$ задан функционал $\varphi(T, \cdot) : AC([a, T], R^n) \rightarrow R^n$, и пусть $F : ACS([a, b], R^n) \rightarrow L([a, b], R^n)$ — вольтерровый оператор. Рассматривается задача Коши для функционально-дифференциального уравнения

$$x'(t) = (Fx)(t), \quad t \in [a, b], \quad (1)$$

$$T(x) = T, \quad x(T+0) - x(T) = \varphi(T, x^T), \quad (2)$$

$$x(a) = \alpha. \quad (3)$$

В условии (2), задающем величину скачка $\mathbf{j}(x)$ решения x в точке T , символом x^T обозначено сужение x на отрезок $[a, T]$ (являющееся на этом отрезке абсолютно непрерывной функцией). В работе получены условия непрерывной зависимости решения задачи (1, 2, 3) от момента T импульсного воздействия.

Т е о р е м а 1. Пусть выполнены следующие условия:

- 1) для любой последовательности элементов $x_i \in AC([a, b], R^n)$, сходящейся к некоторому $x \in AC([a, b], R^n)$, $\|x_i - x\|_{AC} \rightarrow 0$, и любой числовой последовательности $T_i \in [a, b]$, $|T_i - T_0| \rightarrow 0$, выполнено $|\varphi(T_i, x_i^{T_i}) - \varphi(T_0, x^{T_0})| \rightarrow 0$;
- 2) существуют такие числа $\tau > 0$, q_φ , что для всех $x, u \in AC([a, b], R^n)$ и для любого $T \in [a, b]$

- если $T < a + \tau$ и $x(a) = u(a)$, то имеет место неравенство

$$|\varphi(T, x^T) - \varphi(T, u^T)| \leq q_\varphi \int_a^T |\dot{x}(s) - \dot{u}(s)| ds; \quad (4)$$

- если $0 < \xi < T - a < \xi + \tau$ и $x(t) = u(t)$ при $t \in [a, a + \xi]$, то также имеет место неравенство (4);

- 3) вольтерровый оператор $F : ACS([a, b], R^n, T_0) \rightarrow L([a, b], R^n)$ непрерывен;
- 4) существуют такие числа $\tau > 0$, q_F , что для всех $\gamma \in (0, b - a]$ и любых таких функций $x, u \in ACS([a, b], R^n, T_0)$, что $T(x) = T(u)$,

- при $\gamma \in (0, \tau)$ выполнено

$$\int_a^{a+\gamma} |(Fx)(s) - (Fu)(s)| ds \leq q_F \cdot \rho_{ACS}(x^{a+\gamma}, u^{a+\gamma}), \quad (5)$$

где ρ_{ACS} — расстояние в пространстве $ACS([a, a + \gamma], R^n, T_0)$;

- если $0 < \xi < \gamma < \xi + \tau$ и если $x(t) = u(t)$ при $t \in [a, a + \xi]$, то имеет место (5);

5) коэффициенты q_F, q_φ удовлетворяют условию $q_F(q_\varphi + 1) < 1$.

Тогда для любого $T \in [a, b]$ задача Коши (1, 2, 3) имеет единственное глобальное решение $w \in ACS([a, b], R^n, T_0)$, любое локальное решение является сужением w ; если последовательность T_i сходится к T_0 , то для соответствующих решений задачи (1, 2, 3) выполнено $\rho_{ACS}(w_i, w) \rightarrow 0$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуковский Е.С. Непрерывная зависимость от параметров решений уравнений Вольтерра // Матем. сб. М., 2006. Т. 197, № 10. С. 33–56.

Жуковская Татьяна Владимировна
Тамбовское высшее военное авиационное
инженерное училище радиоэлектроники
Россия, Тамбов
e-mail: zukovskys@mail.ru

Поступила в редакцию 23 апреля 2007 г.

ОБОБЩЕННО ВОЛЬТЕРРОВЫЕ ОПЕРАТОРЫ В ТЕОРИИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ¹

© Е. С. Жуковский, М. J. Alves

Будем пользоваться следующими обозначениями: R^n — пространство векторов, имеющих n действительных компонент, с нормой $|\cdot|$; μ — мера Лебега на отрезке $[a, b]$; $L([a, b], \mu, R^n)$ — пространство измеримых суммируемых функций $y : [a, b] \rightarrow R^n$ с нормой $\|y\|_L = \int_a^b |y(s)| ds$; $AC([a, b], \mu, R^n)$ — пространство таких абсолютно непрерывных функций $x : [a, b] \rightarrow R^n$, что $\dot{x} \in L([a, b], \mu, R^n)$, с нормой $\|x\|_{AC} = |x(a)| + \|\dot{x}\|_L$.

Работа продолжает исследования [1, 2] обобщенно вольтерровых операторов.

О п р е д е л е н и е 1. Пусть каждому $\gamma \in [0, 1]$ поставлено в соответствие отношение эквивалентности $v(\gamma)$ на множестве B , и пусть совокупность $\mathfrak{V} = \{v(\gamma) \mid \gamma \in [0, 1]\}$ заданных отношений удовлетворяет условиям: $v(0) = B^2$; $\gamma > \eta \Rightarrow v(\gamma) \subset v(\eta)$; $v(1) = \{(x, x) \mid x \in B\}$. Оператор $F : B \rightarrow B$ будем называть *вольтерровым на системе $\mathfrak{V}$* , если для каждого $\gamma \in (0, 1)$ и любых $x, y \in B$ из $(x, y) \in v(\gamma)$ следует $(Fx, Fy) \in v(\gamma)$.

Получены условия, гарантирующие непрерывную зависимость решений уравнений с вольтерровыми на системе v операторами от параметров. Проблема непрерывной зависимости решений уравнения от параметров возникает при обосновании математических

¹Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 07-01-00305) и темплана № 1.6.07.

Supported by Sida-Sarec Global Research in Mathematics, Statistics and Informatics.