

интегрального уравнения (1);

$$f_2(t) = C_1 \cdot \operatorname{sh}(kt) + C_2 \cdot \operatorname{ch}(kt) - \frac{(k^2 - \nu_{\theta r}^2)}{kE_{\theta}} \rho \omega_0^2 r_0^3 \int_0^t e^{3\tau} \operatorname{sh}(k(t - \tau)) d\tau - \text{свободный член}$$

интегрального уравнения (1); $t = \ln\left(\frac{r}{r_0}\right)$ — безразмерная переменная; $t \in \left[0, \ln\left(\frac{R}{r_0}\right)\right]$; r_0 и R — внутренний и внешний радиусы диска соответственно; C_1, C_2 — постоянные интегрирования, определяемые из граничных условий.

Общее решение линейного интегрального уравнения Вольтерра 2-го рода (1) записывается с помощью *резольвенты* $R_2(t, s; \lambda_2)$:

$$u(t) = \lambda_2 \int_{r_0}^r R_2(t, s; \lambda_2) f_2(s) ds + f_2(t).$$

Здесь функция $R_2(t, s; \lambda_2)$ определяется функциональным рядом:

$$R_2(t, s; \lambda_2) = \sum_{m=0}^{\infty} \lambda_2^m K_{2,m+1}(t, s),$$

который для непрерывных ядер $K_{2,m}(t, s)$ сходится абсолютно и равномерно.

Повторяющиеся, или итерированные, ядра $K_{2,m}(t, s)$ вычисляются по рекуррентным формулам.

Компоненты радиального $\sigma_r(r)$ и тангенциального $\sigma_{\theta}(r)$ напряжений выражаются через радиальное перемещение $u(r)$.

В качестве примера рассчитывались напряжения $\sigma_r(r), \sigma_{\theta}(r)$ и радиальное перемещение $u(r)$ в полярно-ортотропном диске степенного профиля из углепластика.

Перспективы цифровизации логистики стран ШОС

А. А. Королева, С. Р. Дутин, А. А. Дутина (Минск, Беларусь)

Цифровизация транспортной логистики дает значительный эффект в случае создания с ее помощью новых бизнес-моделей. Новые цифровые бизнес-модели создаются, как правило, в качестве результата совместной работы IoT, экосистем, дополненной реальности (Augmented Reality – AR) и искусственного интеллекта.

Беларусь достаточно быстро включается в мировой процесс цифровизации транспортной логистики, в частности происходит переход к электронному документообороту товаровоспроваждающих и коммерческих документов при международных перевозках, формируется единая цифровая платформа транспортно-логистических систем на основе интеграции с международными цифровыми системами. Все перечисленные процессы несомненно вносят определенный экономический эффект: повышается уровень прогрессивности применяемых технологий, расширяет конкурентные возможности, происходит увеличение объема перевозок, происходит совершенствование организационной структуры компании.

Модель, представленная в статье [1] позволяет количественно оценить экономический эффект цифровизации и его вклад в добавленную стоимость транспортной отрасли Республики Беларусь, а также подтверждает, что рост ВДС зависит в большей степени от роста инвестиций в ИКТ, чем инвестиций в остальной капитал. Таким образом, цифровые технологии служат источником дополнительной прибыли при организации внутригосударственных и международных перевозок и хранении грузов [2].

В 2024 году Беларусь стала полноправным членом стала членом Шанхайской организации сотрудничества. ШОС для Беларуси – стратегическая перспектива в торгово-экономическом и инвестиционном взаимодействии, развитии транспортно-логистической, информационно-коммуникационной и иной инфраструктуры. В связи с этим, целесообразно дальнейшее расширение бизнес-моделей подключения к грузоперевозкам посредством онлайн-каналов малого и среднего бизнеса в рамках нового партнерства.

В работе применена методика оценки экономической эффективности цифровой транспортной логистики и ее вклада в добавленную стоимость транспортной отрасли в отдельности к каждой стране-партнеру ШОС и даны рекомендации по дальнейшей гармонизации цифровых логистических систем в рамках ШОС.

Литература

1. 1. Васенкова Е.И., Королева А.А., Дутин С.Р. Методика оценки экономической эффективности и ее вклада в добавленную стоимость (на примере транспортной отрасли). *Фин. экон.* № 5 (2023), 146–148.

2. Королева А.А. Экономические эффекты цифровой логистики. *Журн. Бел. гос. ун-та. Экономика.* №1 (2019), 68–76.

Classical solution of an initial-boundary value problem with a mixed boundary condition for a mildly quasilinear wave equation V. I. Korzyuk, J. V. Rudzko (Minsk, Belarus)

In this report, we shall consider the question of global solvability in $\bar{Q} = [0, \infty) \times [0, \infty)$ of the following initial-boundary value problem

$$\square_a u(t, x) = f(t, x, u(t, x), \partial_t u(t, x), \partial_x u(t, x)), \quad (t, x) \in Q, \quad (1)$$

$$u(0, x) = \varphi(x), \quad \partial_t u(0, x) = \psi(x), \quad x \in [0, \infty), \quad (2)$$

$$u(t, 0) = \mu_1(t), \quad t \in [0, t_*], \quad (3)$$

$$\partial_x u(t, 0) = \mu_2(t), \quad t \in [t_*, \infty), \quad (4)$$

where $\square_a = \partial_t^2 - a^2 \partial_x^2$, $Q = (0, \infty) \times (0, \infty)$, t_* and a are positive real numbers, f is a function given on the set $Q \times \mathbb{R}^3$, φ and ψ are functions given on the half-line $[0, \infty)$, μ_1 is a function given on the half-open interval $[0, t_*)$, and μ_2 is a function given on the half-line $[t_*, \infty)$.

Theorem. Let the conditions $f \in C^1(\bar{Q} \times \mathbb{R}^3)$, $\varphi \in C^2([0, \infty))$, $\psi \in C^1([0, \infty))$, $\mu_1 \in C^2([0, t_*])$, and $\mu_2 \in C^1([t_*, \infty))$ be satisfied, and let the function f satisfy the Lipschitz condition $|f(t, x, u, u_t, u_x) - f(t, x, z, z_t, z_x)| \leq L(t, x)(|u - z| + |u_t - z_t| + |u_x - z_x|)$ with a continuous function $L: \bar{Q} \mapsto [0, \infty)$. The initial-boundary value problem (1)–(4) has a unique solution u in the class $C^2(\bar{Q})$ if and only if conditions

$$\mu_1(0) = \varphi(0), \quad (5)$$

$$\mu_1'(0) = \psi(0), \quad (6)$$

$$\mu_1''(0) = f(0, 0, \varphi(0), \psi(0), \varphi'(0)) + a^2 \varphi''(0), \quad (7)$$

$$\mu_2(t_*) = \partial_x u(t_* - 0, 0), \quad \mu_2'(t_*) = \partial_t \partial_x u(t_* - 0, 0). \quad (8)$$

are satisfied.

Remark. The conditions (8) are well-defined, since we need the Cauchy conditions (2) and only one boundary condition (3) to define the solution u of the problem (1) on the set