

# МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

*Чертыковцев Валерий Кириллович*

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва, г. Самара*

**Аннотация.** В работе рассмотрены вопросы моделирования процессов управления человеческими ресурсами в логистических цепях. Рассмотрены математические модели повышения эффективности управления процессами в логистических цепях с использованием программы Mathcad.

**Ключевые слова:** ресурсы, математическая модель, логистическая цепь.

Логистическая цепь рис.1 представляет собой систему «человек-машина» (СЧМ) [1]. В условиях развития научно-технического прогресса возрастают требования к человеку, как элементу управления системой «человек-машина». Взаимодействие человека и техники является одной из основных проблем современной науки.

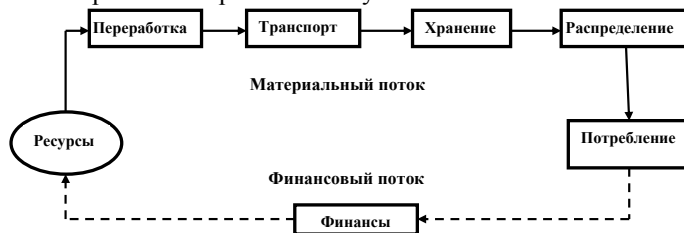


Рисунок 1- Структурная схема логистической цепи

Эффективное согласование человека и техники приводит к снижению различного рода логистических потерь.

Логистический процесс затрагивает широкий комплекс вопросов от добычи ресурсов, производства, хранения, распределения и до доставки готового продукта потребителю [2].

Логистический процесс можно представить в виде следующей цепочки звеньев (рис. 1):

- природные ресурсы;
- добыча;
- переработка;
- хранение;

- распределение;
- транспортировка продукции.

**Ресурсы** – можно представить как энергетический источник –  $U(t)$ , питающий логистическую цепь и обеспечивающий движение материального потока.

**Переработка** – преобразование ресурса в готовый продукт, удовлетворяющий потребности человека, представляет из себя дифференцирующее звено.

**Транспорт** – обеспечивает движение материального потока от ресурсов до потребителя и представляет собой активные потери, (активное сопротивление –  $R_T$ ). Около 40% логистических потерь приходится на это звено.

**Хранение** – приводит к остановке движения материального потока. что увеличивает экономические потери ( $R_x$ ) за счет задержки движения материального потока на время хранения. Активные потери составляют около 30% финансовых затрат.

**Распределение** – представляет собой звено (рынок, магазины и т.д.), где происходит распределение готовой продукции между людьми, также является элементом потерь ( $R_p$ ) в логистической цепи. Это звено не создает ни материальных, ни духовных ценностей, но получает большой процент от реализации продукции.

**Потребление** – удовлетворение потребностей человека, можно описать как интегрирующее звено ( $X_C$ ). В нем интегрируется весь потенциал логистической цепи.

**Финансы** – оплата потребителем всех затрат материального потока, представляет активные потери, что можно моделировать как активное сопротивление –  $R_f$ .

Для эффективного функционирования СЧМ логистической цепи требуется соблюдать условие соответствия материального потока (МП) и финансового потока (ФП).

$$\text{МП} \equiv \text{ФП}. \quad (1)$$

Одним из важнейших условий соблюдения этого тождества является снижение интенсивности потерь логистического потока.

Интенсивность логистического потока характеризуется скоростью –  $V$  и плотностью (мощностью) –  $P$  потока (рис.1).

$$Y = P V. \quad (2)$$

Скорость процесса находится как

$$V = d I / dt, \quad (3)$$

где  $I$  амплитуда логистического потока;

$$I = U / Z = U g, \quad (4)$$

$Z$ - сопротивление среды;

$g$  – проводимость среды.

Плотность (мощность) потока находится из уравнения

$$P = I U = I Z I, \quad (5)$$

где  $U = I Z$  – потенциал потока.

Отсюда интенсивность логистического процесса можно записать в виде

$$Y = I Z \frac{d I}{d t}. \quad (6)$$

Активные потери –  $R$  представляют собой сумму экономических потерь транспортной системы –  $R_t$ , системы хранения –  $R_x$ , распределения –  $R_p$  и финансовой системы –  $R_f$ .

$$R = R_t + R_x + R_p + R_f. \quad (7)$$

Полное сопротивление логистической цепи, по аналогии с электрической цепью, можно записать как

$$Z = \sqrt{R^2 + \left( X_L - \frac{1}{X_c} \right)^2} \quad (8)$$

или

$$Z = \sqrt{R^2 + \left( \omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}, \quad (9)$$

где  $X_c = \frac{1}{\omega C}$ ,  $\omega$  – частота процесса преобразования;  $C$  – коэффициент преобразования **продукт – деньги** (процесс потребления);  $X_L = \omega L$  – звено логистической системы, преобразующее ресурсы в продукты потребления.

Отсюда величину логистического потока можно записать

$$I = \frac{U(t)}{Z}. \quad (10)$$

Потенциал потерь в звеньях логистической цепи находится как

$$U_p = I R. \quad (11)$$

Исходя из принципа «черного ящика» передаточную функцию материальных и финансовых потерь можно записать в виде

$$W_p = \frac{U_p}{U(t)}, \quad (12)$$

где  $U_p$  – потенциал логистических потерь в системе;  $U(t)$  – входной потенциал.

Отсюда передаточная функция логистических потерь запишется в виде

$$W_p = \frac{IR}{IZ} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}. \quad (13)$$

В отличие от электрической цепи в логистической протекает два неоднородных потока МП и ФП. Материальный поток возникает в результате преобразования **ресурсы – продукт**, а финансовый поток возникает в результате преобразования **продукт – деньги**.

При управлении системами «человек-машина» целесообразно провести исследование полученной модели с помощью современных информационных технологий. Это позволяет обнаружить различного рода погрешности системы уже на этапе проектирования, а не проводить эксперименты на живых людях.

Оптимизировать процессы в СЧМ можно с помощью программы Mathcad [3].

Моделирование осуществлялось в условных единицах измерения.

#### **Рыночная модель.**

Для рынка, при отсутствии плановой экономики, характерен колебательный процесс в системе. Заранее предсказать, как будут изменяться потребности в обществе не представляется возможным. Поэтому в рыночной экономике возникают постоянные колебания обусловленные перепроизводством продукции. Рассмотрим несколько рыночных моделей:

- ресурсный потенциал логистической системы возрастает с течением времени  $U(t) = 5t \sin(\omega t)$ ;
- ресурсный потенциал с течением времени не изменяется, остается постоянным  $U1(w) = 5 \sin(w)$ .

С помощью программы Mathcad проведен сравнительный анализ этих двух рыночных моделей. Результаты исследования представлены на рис.2.

Из рис.2 видно, что логистический поток  $I(r, L, C, t)$ , для обеих моделей, носит ярко выраженный колебательный характер.

При потенциале  $U(t) = 5t \sin(\omega t)$ , в системе возникает расходящийся колебательный процесс амплитуды логистического потока  $I(t)$ . При стабильной передаточной функции  $W(t)$ .

При потенциале  $U(w) = 5 \sin(w)$ , в системе возникает затухающий колебательный процесс амплитуды логистического потока  $I(w)$ . При неустойчивой, затухающей передаточной функции  $W1(w)$ .

Выводы: разработана математическая модель управления системой «человек-машина» позволяющая проводить оптимизацию согласования человека и техники с помощью информационных технологий.

$$t = 0 \dots 100; r = 1; L = 2; C = 0,08; w_1 = 0,6; w = 1 \dots 100;$$

$$U(t) = 5t \sin(w_1 \cdot t); U_1(w) = 5 \sin(w);$$

$$\Pi(t) = \frac{U(t)}{Z_1(t)}; Y(t) = \frac{d}{dt} \Pi(t); Z(w) = \sqrt{r^2 + \left( wL - \frac{1}{wC} \right)^2};$$

$$I(w) = \frac{10 \sin(w)}{Z(w)}; V(w) = \frac{d}{dw} I(w).$$

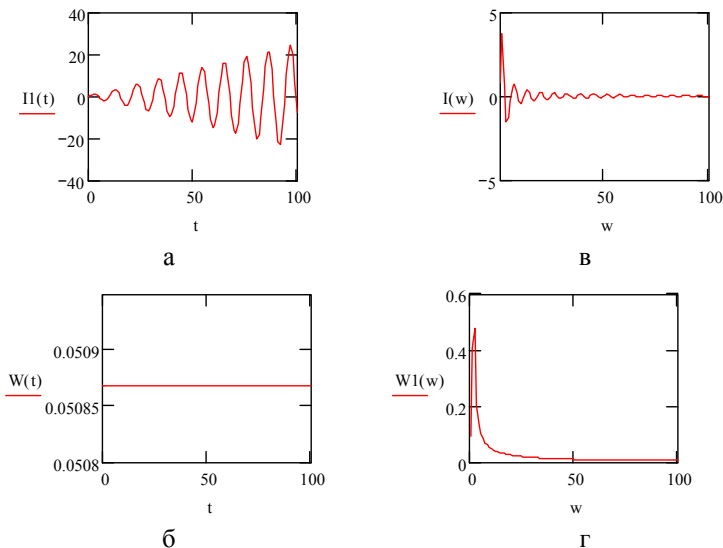


Рисунок 2 – Математические модели управления СЧМ в условиях рынка  
а и б – переходные процессы в системе при  $U(t) = 5t \sin(\omega t)$ ,  
в и г – переходные процессы в системе при  $U_1(w) = 5 \sin(w)$

### Библиографический список

1. Чертыковцев В.К. Логистика человеко-машинных систем. – Самара: СамИИТ, 2001. – 191с.
2. Чертыковцев В.К. Информационная логистика: Монография. – Самара:Изд-во Самар. гос. экон. акад., 2004. – 172 с.
3. Дьяконов В.П. Mathcad 11/22/13 в математике. Справочник. – М.: Горячая линия – Телеком. 2007 – 958 с.

## RESOURCES MANAGEMENT OF THE LOGISTIC CHAIN

*Chertykovtsev Valery Kirillovich*

*Samara nationalrResearch University, Samara*

**Abstract.** The paper deals with the modeling of human resource management processes in logistics chains. Mathematical models for improving the efficiency of process management in logistics chains using the Mathcad program are considered.

**Keywords:** resources, mathematical model, logistics chain.