

**Библиографический список**

1. Канторович Л.В. О некоторых новых подходах к вычислительным методам и обработке наблюдений // Сибирский математический журнал. – 1962. – Т. 3, №5. – С. 701–709.
2. Шарый С.П. Решение интервальной линейной задачи о допусках // Автоматика и телемеханика. – 2004. – № 10. – С. 147–162.
3. Шарый С.П. Конечномерный интервальный анализ. – Новосибирск: Изд-во «XYZ», 2017. – 618 с.
4. Оскорбин Н.М., Жилин С.И., Максимов А.В. Построение и анализ эмпирических зависимостей методом центра неопределенности // Известия АГУ. – 1998. – № 1. – С. 35–38.
5. Жолен Л. и др., Прикладной интервальный анализ. – М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005. – 468 с.
6. Шарый С.П. Сильная согласованность в задаче восстановления зависимостей при интервальной неопределенности данных // Вычислительные технологии. – 2017. – Т. 22, № 2. – С. 150–172.
7. Максимов А.В., Оскорбин Н.М. Многопользовательские информационные системы: основы теории и методы исследования. – 2-е изд. испр. и доп. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2013. – 264 с.
8. Мадияров М.Н., Оскорбин Н.М., Суханов С.И. Примеры интервального анализа данных в задачах моделирования процессов // Известия АГУ. – 2018. – № 1.

**УДК 518.868**

**Исследование применения математической модели  
линейного программирования для оптимизации  
транспортного маршрута (на примере автотранспортных  
грузоперевозок Москва – Калининград)**

***А.В. Михалева***  
*АлтГУ, г. Барнаул*

*Ключевые слова:* грузоперевозка, линейное программирование, транспортная задача, математическая модель, оптимизация, методы оптимизации

Целью исследования выступает изучение возможности практического применения математической модели линейного программирования для оптимизации процесса транспортировки, то есть составления оптимального её плана.

С каждым годом всё большую популярность набирают транспортные перевозки. Это связано со стремительным производственным и экономическим развитием. Для производства и ведения бизнеса транспортные грузовые перевозки имеют большое значение. Ведь грамотно оптимизированная перевозка грузов поможет снизить стоимость затрат на саму перевозку, тем самым снизить стоимость конечного товара для потребителей, повысить рентабельность бизнеса, а также сэкономить некоторую сумму денег и перераспределить их на другие нужды организации. Именно по-этому вопрос оптимизации транспортировки грузов и по сей день не теряет своей актуальности.

Модель – некоторое описание логики системы, при помощи которого могут быть исследованы свойства данной системы и спрогнозированы варианты её поведения.

При помощи метода линейного программирования [1] решим задачу перевозки груза (10 тонн меди) автомобильным транспортом из Москвы в Калининград. При помощи сервиса Яндекс карты [2] было построено три маршрута:

- 1) Россия (Москва) – Беларусь – Литва – Россия (Калининград);
- 2) Россия (Москва) – Латвия – Литва – Россия (Калининград);
- 3) Россия (Москва) – Беларусь – Латвия – Литва – Россия (Калининград).

Будем оптимизировать данную схему перевозки относительно двух важных для нас параметров:

- а) минимальные совокупные затраты на прохождение маршрута;
- б) минимальное расстояние от пункта загрузки в Москве до пункта выгрузки в Калининграде.

Не стоит забывать, что в условиях ежемесячного роста цен на топливо оптимизация маршрута и рациональный выбор параметров перевозки позволит существенно сократить расходы на транспортные издержки.

Расчеты и проведенный анализ показывают, что наиболее выгодным вариантом для перевозки груза стоит считать маршрут №2. Это обусловлено тем, что расстояние маршрута №2 сократилось по сравнению с остальными на 100 км. Расходы на перевозку в маршруте №2 по-сравнению с №3 уменьшились в 1,7 раза, а по-сравнению с №1 в 2,1 раза.

### **Библиографический список**

1. Плоткин Б.К., Делюкин Л.А. Экономико-математические методы и модели в логистике : учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – 96 с.

2. СибАК [Электронный ресурс]. – Заглавие с экрана. Режим доступа: <https://sibac.info/studconf/econom/xi/32971>

## УДК 519.8

### Математическое моделирование линейных процессов по наблюдениям с интервальными ошибками

*Ю.И. Ничкова, Н.М. Оскорбин*

*АлтГУ, г. Барнаул*

*Ключевые слова:* методы анализа данных, интервальная система линейных алгебраических уравнений, управляемое множество решений ИСЛАУ, вычислительный эксперимент

Целью исследования является изучение возможностей прикладного интервального анализа в задачах моделирования процессов при ошибках наблюдения всех переменных и его сравнения с методом наименьших квадратов. Исследование проводится методами компьютерного моделирования и вычислительного эксперимента.

Задача математического моделирования процессов при условии достаточно точных наблюдений за входными переменными и выходной переменной формулируется следующим образом [1]: найти функцию  $y_0 = F(x, a)$  и доверительный интервал  $[\varepsilon_H, \varepsilon_V]$  для значений  $\varepsilon_y$ . Тогда на практике можно оценить ожидаемые значения выходной переменной при известных значениях вектора входных переменных  $x$ :  $y_0 + \varepsilon_H \leq y \leq y_0 + \varepsilon_V$ .

Для моделирования процессов при ошибках наблюдения всех переменных используется подход, описанный в работе [2], в которой оценки параметров линейного процесса сводятся к решению интервальных систем линейных алгебраических уравнений (ИСЛАУ). В нашей работе мы проводим исследование управляемого множества решений ИСЛАУ, применимость которого в рассматриваемой задаче отмечена в [3].

В матричной форме ИСЛАУ записывается интервальной ( $N \times n$ ) матрицей  $\mathbf{A}$  коэффициентов и ( $N \times 1$ ) интервальным вектором правой части  $\mathbf{b}$  в следующем виде:  $\mathbf{A}x = \mathbf{b}$ , где элементы матриц заданы интервалами:  $A^H \leq \mathbf{A} \leq A^V$  и  $B^H \leq \mathbf{b} \leq B^V$ . Размерности матриц определяются числом наблюдений  $N$  и числом оцениваемых коэффициентов моделируемого процесса  $n$ . Матрицы  $A^H, A^V$  и векторы  $B^H, B^V$  при анализе данных записываются с использованием результатов