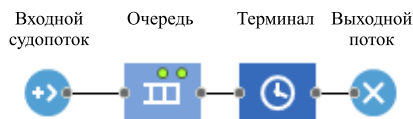


Г. С. О с и п о в (Южно-Сахалинск, СахГУ). **Имитационное моделирование, параметрический анализ и оптимизация системы «судно-терминал» по критерию суммарных приведенных затрат.**

Минимизация расходов по судам может быть обеспечена за счет увеличения пропускной способности терминала, однако это, очевидно, связано с дополнительными затратами по устройству и содержанию терминала. С другой стороны, минимизация расходов по терминалу возможна при условии его полного использования (отсутствия свободных резервов), а это, в свою очередь, ведет к возрастанию простоев судов.



Структура имитационной модели

Рассматривается задача определения оптимальной пропускной способности терминала по критерию минимальных суммарных приведенных затрат для обработки заданного грузопотока (судопотока).

Суммарные расходы по терминалу и судам составляют [1]

$$k\rho Z_p + (1 - 0,9\rho) Z_{пр} + \lambda(t_{гр} + t_{ож} + t_T) Z_{сс},$$

где k — технологический коэффициент по терминалу; ρ — коэффициент загрузки терминала; λ — частота прибытия судов; $t_{гр} + t_{ож} + t_T$ — длительность грузовых операций, их ожидания и технических операций; $Z_p, Z_{пр}, Z_{сс}$ — приведенные затраты по терминалу во время работы, простоя и приведенные затраты по судну соответственно.

После преобразований и деления на планируемый грузооборот, получим суммарные приведенные затраты по терминалу и судну:

$$\sum Z = \frac{1}{\Pi} \left(kZ_p + \left(\frac{1}{\rho} - k \right) Z_{пр} + (1 + k_T + \gamma) Z_{сс} \right),$$

где k_T — технологический коэффициент по грузовым операциям на судне; γ — отношение времени ожидания в очереди к времени грузовых операций по судну; Π — пропускная способность терминала.

Таким образом, параметром оптимизации является коэффициент загрузки терминала, а целевой функцией — суммарные приведенные затраты.

Современные программные средства позволяют проводить имитационные эксперименты, обеспечивающие возможность исследования работы системы в целом при различных внешних воздействиях и внутренних состояниях.

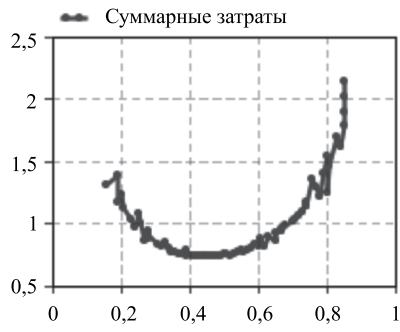
Параметрический анализ обеспечивает возможность исследовать влияние одного или нескольких параметров на эффект их влияния на целевую функцию.



Принципиальная схема модели оптимизации

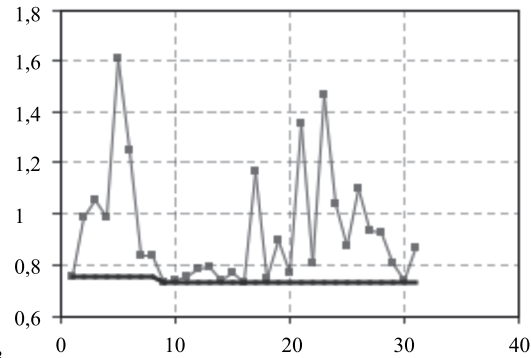
Оптимизация решения нацелена на поиск значений параметров, которые обеспечивают экстремум функции цели с учетом возможных ограничений на область допустимых состояний системы в целом.

Комплекс процедур имитации, параметрического анализа и оптимизации позволяет провести системное исследование проекта и количественно обосновать принятие решения по параметрам проектируемого или модернизируемого терминала. Исследования осуществлялись в системе AnyLogic [2]



Оптимальный коэффициент загрузки = 0,43
Минимальное значение затрат = 0,734

Параметрический анализ



Текущее решение Лучшее

Решение оптимизационной задачи

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пьяных С. М. Экономико-математические методы оптимального планирования работы речного транспорта. М.: Транспорт, 1988, 253 с.
2. Картов Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5.0. СПб.: БХВ-Петербург, 2005, 400 с.