

отрицательное значение, т. е. система находится в нормальном (нехаотическом) состоянии

Задачу оптимизации можно сформулировать как задачу управления следующим образом:

найти $\hat{x} \in X^f \subseteq X$, что для всех $\lambda \in \Lambda$

$$g(\hat{x}, \lambda) \leq T(\lambda),$$

где X^f – множество допустимых решений; X – множество всех решений (входов); Λ – множество неопределенностей; $g(x, \lambda) = G(x, \lambda, P(x, \lambda))$; G – оценочная функция (функция качества) $G : X * \Lambda * Y \rightarrow V$; V – множество платежей; P – выходная функция (модель управляемого процесса) $P : X * \Lambda \rightarrow Y$; Y – множество выходов; T – функция допустимости $T : \Lambda \rightarrow V$.

Элементами множества X являются внутренние параметры инфокоммуникационной системы, множества выходов Y – выходные параметры инфокоммуникационной системы. Из всего множества неопределенностей Λ ограничимся рассмотрением множества допусков Δ , т. е. положим $\Lambda \equiv \Delta$. Сформулируем задачу оптимизации инфокоммуникационной системы как задачу поиска минимума функции $\Phi(x^0, \delta)$ на множестве $X^f * \Delta$.

Считая структуру инфокоммуникационной системы неизменной, имеем: найти $Z = (\hat{x}^0, \hat{\delta}) = (\hat{x}_1^0, \hat{x}_2^0, \dots, \hat{x}_l^0, \hat{\delta}_1, \hat{\delta}_2, \dots, \hat{\delta}_s)$;

$$\Phi(\hat{Z}) = \min \Phi(Z),$$

$$Z \in D \subseteq R_\alpha,$$

$$\text{где } R_\alpha = \left\{ \begin{array}{l} b_i(Z) \leq 0, \quad i = 1, 2, \dots, k \\ d_n(Z) = 0, \quad n = 1, 2, \dots, s \end{array} \right\};$$

$$D : R_\delta \subseteq R_\alpha;$$

X – вектор параметров инфокоммуникационной системы; X^0 – вектор номинальных значений параметров инфокоммуникационной системы; $\delta \in \Delta$ – вектор допусков на параметры инфокоммуникационной системы; Φ – целевая функция $\Phi : X * \Delta \rightarrow V$; D – область допустимых решений; R_α – область работоспособности инфокоммуникационной системы; $b_i(Z)$ – функции-ограничения в виде неравенств; $d_n(Z)$ – функции-ограничения в виде равенств; R_δ – специальным образом формируемая область допуска.

Компонентами вектора X являются значения параметров инфокоммуникационной системы. Область работоспособности R_α определяется функциями-ограничениями в виде неравенств и равенств. Способы

формирования области допуска R_δ определяются целями проектирования и особенностями функций-ограничений. В конкретных случаях R_δ представляет собой либо гиперпараллелепипед с центром в точке X^0 , размеры которого определяются компонентами вектора δ , либо множество его вершин.

Приведенная постановка охватывает семейство задач, каждая из которых отвечает некоторой цели проектирования и отличаются видом функций

$\Phi(Z), b_i(Z), d_n(Z)$. Данные задачи оптимизационного синтеза инфокоммуникационной системы являются задачами управления, где принимаемые решения влияют на процесс, выход которого влияет на целевую функцию или платеж. Несмотря на достаточно высокую степень абстракции при формулировке этих задач, переход к конкретным практическим задачам не вызывает затруднений.

Литература

1. Postel J. Transmission Control Protocol. // RFC793 (STD7). 1981.
2. A. Veres, V. Boda. The chaotic nature of TCP congestion control. In Proc. IEEE INFOCOM, 2000.
3. А.В. Карпунин, И.Н. Кудрявцев, А.В. Борисов, Д.И. Грицев. Использование симулятора NS-3 для изучения хаотического поведения высокоскоростных сетей связи. Proc. of International Conference "Parallel and Distributed Computing Systems" PDCS 2013, C.152–156, Ukraine, Kharkiv, March 13–14, 2013.

Лагуа В. В. (Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна)

ВЫБОР РЕЖИМА ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДА В ЗАДАЧЕ ВЕКТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТЯГОВЫХ РАСЧЕТОВ

В задаче векторной оптимизации тяговых расчетов, [1, 2], как правило, получаются несколько режимов (траекторий) движения поезда и стоит дилемма принятия решения о выборе только одной траектории. В данном случае принятие решения о выборе предпочтительной траектории – это выбор альтернативы, которая одновременно удовлетворяла бы нескольким критериям, характеризующих некоторые качества траектории движения.

Пусть известны (введены) количественные показатели качества траекторий движения и определены критерии оптимальности относительно данных показателей, по которым можно сравнить варианты принимаемого решения.

Стремление достичь сразу нескольких целей при

постановке многокритериальной задачи обычно приводит к противоречию, которое может быть разрешено сведением многокритериальной задачи к однокритериальной (достижением некоторого компромисса) или уточнением самого понятия оптимальности так, чтобы оно было приемлемым в данном случае. Одним из способов сведения многокритериальной задачи к однокритериальной является метод уступок или ранжирования критериев оптимальности.

Если для рассматриваемых критериев можно ввести весовые коэффициенты их важности, тогда поиск одной траектории значительно упрощается. Вместо нескольких критериев вводится один новый в виде их взвешенной суммы. Весовые множители характеризуют относительную важность критериев. Речь снова идет о ранжировании критериев с заданием количественных характеристик важности каждого критерия. В результате проведения процедуры оптимизации получим лишь одну траекторию.

Если в данной многокритериальной задаче не удастся использовать ни один из способов ее сведения к однокритериальной, то следует изменить подход к процедуре оптимизации. Таким приемом может служить оптимизация по Парето. Вместо оптимального решения предлагается искать так называемые эффективные решения – такие решения, которые нельзя улучшить сразу по всем критериям. В множество Парето будут входить траектории движения поезда оптимальные по отдельным критериям, но, как правило, и не только. Результатом решения в нашем случае будет несколько траекторий (уменьшенное их количество от начального) или одна траектория в самом благоприятном случае.

Показателями качества траектории движения поезда могут выступать: КПД локомотива в зависимости от скорости движения и массы поезда (интегральная оценка КПД), наибольшая скорость по перегону, длины участков движения, другие особенности траектории и выбор режимов движения.

Вполне обоснованным методом принятия решения о выборе траектории движения может послужить нечеткий многокритериальный анализ вариантов. Задача многокритериального анализа состоит в упорядочивании элементов множества вариантов траекторий подлежащих многокритериальному анализу по критериям из множества критериев, по которым оценивают варианты. Критерии представляются нечетким множеством на универсальном множестве вариантов. Находить степени принадлежности нечеткого множества удобно методом построения функций принадлежности на основе парных сравнений. При использовании этого метода необходимо сформировать матрицы парных сравнений вариантов траекторий по каждому критерию. Наилучшим вариантом будет тот, который

одновременно лучший по всем критериям. Нечеткое решение находится как пересечение частных критериев. Согласно с полученным нечетким множеством решения, наилучшим вариантом следует считать тот, у которого наибольшая степень принадлежности. В случае неравновесных критериев коэффициенты относительной важности определяются с помощью парных сравнений по шкале Саати.

Выводы. Эффективным средством принятия решения в выборе траектории движения является комплексное использование векторной оптимизации по установленным критериям и нечеткого многокритериального анализа вариантов. Первое позволяет сократить количество рассматриваемых траекторий, а второе – выделить одну траекторию с учетом мнения лица принимающего решения.

Литература

1. Лагута В. В. Тягові розрахунки з використанням векторної оптимізації [Текст] / В. В. Лагута // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2011. – Ном. 1. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУЗТ, 2011. – С. 55–62.
2. Лагута В. В. Специализированная процедура дискретного динамического программирования для задач оптимального управления тягой поездов [Текст] / В. В. Лагута // Интеллектуальные транспортные системы: коммуникационные и информационные технологии в управлении // Материалы заключительной конференции по проекту «CITISSET» -М.: МИИТ, 2014. -С. 78-84.

*Катица М. И., Лагута В. В., Сердюк Т. Н.
(Днепропетровский национальный университет
железнодорожного транспорта имени
академика В. Лазаряна)*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЭД С УЧЕТОМ ВЫБОРА ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ОТКАЗОВ

Исследования, касательно систем содержания технических объектов, осуществляемые в настоящее время [1, 2], направлены на обоснование ответа на вопрос: проведение диагностирования является целью выполнения планового технического обслуживания локомотивов или диагностирование есть лишь фактор, который корректирует плановую систему и объемы ремонтных работ. В настоящее время современные системы содержания тягового электродвигателя (ТЭД) строятся с использованием наблюдений о текущем состоянии, что с необходимостью приводит к разработке устройств и систем диагностирования.