



Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма выбора технических параметров реконструкции для скоростного движения в условиях неопределенности

Предложенная методика позволяет принять решения по выбору технических параметров и средств оснащения линии с учетом неопределенности при реконструкции для безопасного скоростного движения пассажирских поездов.

УДК 629.4 : 656.057.88

В ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СКОРОСТНОГО И ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Т. А. ДУБРОВСКАЯ, И. Н. КРАВЧЕНЯ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Повышение скоростей движения пассажирских поездов – одно из приоритетных направлений научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте. Для более качественного принятия решений по проектированию скоростных и высокоскоростных железнодорожных магистралей (ЖД) они рассматриваются как объект исследования, обладающий следующими особенностями:

На следующем этапе (блок 5) устанавливаются показатели частных критериев для всех назначенных технических состояний в каждом из расчетных случаев внешних условий, принятых к рассмотрению.

Критерий, как правило, денежный.

В результате должна быть сформирована матрица частных критериев, характеризующая назначенные технические состояния в каждом из вариантов расчетных условий.

Совокупность решений, охватывающая все расчетные внешние условия, составляет зону неопределенности для рассматриваемой задачи.

В блоке 6 необходимо рассмотреть варианты, не удовлетворяющие поставленной задаче – обеспечение заданных размеров перевозок. В этом случае надо адаптировать решение к расчетным условиям – предусмотреть мероприятия по усилению пропускной и провозной способности или разгрузке линии за счет параллельных направлений.

Формируется матрица рисков, показывающая дополнительные затраты для i -го решения по сравнению с наиболее рациональным решением в рассматриваемых расчетных условиях n .

В блоках 7 и т. д. необходимо выбрать метод оценки решения в условиях неопределенности, определить общий критерий принятия решения и установить наиболее рациональное проектное решение с учетом всех расчетных условий.

Достоверность выбора технических параметров в проекте железнодорожной линии во многом зависит от корректно принятого метода сравнения, а также критерия оптимальности решения.

– *слабопредсказуемостью* – поведение подсистем системы ЖД известно исследователю не полностью. Знание поведения системы ЖД в прошлом не позволяет достоверно предсказать ее поведение в будущем. Поэтому любое исследование системы ЖД осуществляется с высокой долей неопределенности. При этом высока вероятность многозначности поведения одной и той же подсистемы при одних и тех же условиях и внешних воздействиях на систему ЖД;

– *уникальностью* – ни одна из существующих железнодорожных линий не имеет аналогов по параметрам самой системы и влиянием на нее внешней среды. Отсюда возникает необходимость построения модели каждой железнодорожной линии в отдельности;

– *целостностью*, т.е. необходимостью рассмотрения системы ЖД как целого объекта, допускающего на этапе моделирования декомпозицию на подсистемы. Существует трудность реализации многоуровневой декомпозиции системы ЖД из-за разномасштабности во времени процессов, протекающих на разных уровнях иерархии связей компонент ЖД;

– *моделируемостью* – система ЖД может быть представлена конечным множеством моделей, каждая из которых отражает определенную грань ее сущности.

Выбор комплекса технических параметров при проектировании скоростных и высокоскоростных железнодорожных магистралей относится к наиболее важным и ответственным задачам, результаты которых входят в основные решения проекта. Эти решения в проектах строительства новых или реконструируемых железнодорожных линий принимают по критериям, полнота и достоверность некоторых из них ограничена, особенно на ранних стадиях разработки проектов. В этой связи для получения более объективного и обоснованного решения необходимо учитывать неполноту и недостоверность исходных данных, т. е. условия неопределенности. В силу вышесказанного возникает необходимость применения нечеткой логики при моделировании системы ЖД.

Рассмотрим применение нечеткой многокритериальной оптимизации при разработке методики оценки различных вариантов организации скоростного и высокоскоростного движения на ЖД в зависимости от их начального состояния и при различных условиях финансирования.

Одним из методов многокритериальной оптимизации является метод идеальной точки, суть которого состоит в следующем. Пусть имеется несколько критериев R_1, R_2, \dots, R_n (параметров системы ЖД), по которым можно сопоставить различные варианты железной дороги. Причем рассматриваемые параметры имеют различные единицы измерения. А поскольку часть параметров системы (например, грузонапряженность, скорость движения поезда и т.д.) определены нечетко, т. е. обладают некоторой «размытостью», то в качестве исходных данных уместно использовать треугольные нечеткие числа с функцией принадлежности $\mu(x)$.

Представим каждый из параметров системы ЖД треугольным числом $\underline{R} = (R_{\min}, \bar{R}, R_{\max})$. Это позволит взять в качестве исходной информации интервал параметра $[R_{\min}, R_{\max}]$ и наиболее ожидаемое значение параметра \bar{R} .

Для того чтобы сопоставить различные варианты железной дороги, заменим абсолютные значения рассматриваемых параметров относительными, т.е. проведем их нормализацию. Причем разделим критерии на две группы: критерии, которые необходимо максимизировать (пропускная способность, скорость движения поезда, полезная длина приемоотправочных путей и т.д.) и критерии, которые необходимо минимизировать (капитальные вложения, время хода и т.д.). В результате каждый из нормализованных критериев r_1, r_2, \dots, r_n будет представлен треугольным числом $\underline{r} = (r_{\min}, \bar{r}, r_{\max})$.

Для каждого критерия r_j ($j = \overline{1, n}$) введем весовые коэффициенты c_1, c_2, \dots, c_n , учитывающие значимость критерия в общей оценке варианта.

Для заданных критериев определим обобщенный показатель $\rho = (\rho_{\min}, \bar{\rho}, \rho_{\max})$ – расстояние между идеальным и реальными вариантами железной дороги. Проведем ранжирование вариантов ЖД по обобщенному показателю (чем меньше ρ , тем ближе к оптимальному вариант ЖД).

Метод идеальной точки позволяет лицу, принимающему решение, проанализировать и сопоставить оптимальный и близкие к оптимальному варианты, остановить свой выбор на одном из них.