

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Перельгина Анастасия Анатольевна
Аспирант кафедры «СЖДМТ» ФГБОУ ВО
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
город Иркутск

Гагарин Лев Юрьевич
Аспирант кафедры «СЖДМТ» ФГБОУ ВО
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
город Иркутск

В основе всего в нашей жизни лежит выбор. Важной особенностью при решении задач выбора является характер критериев выбора альтернатив, их параметров, ограничений, накладываемых на возможность выбора тех или иных вариантов.

В решение проблемы принятия решений в проектировании железных дорог большой вклад внесли В.А. Анисимов, В.А. Бучкин, Ю.А. Быков, Б.А. Волков, А.В. Гавриленков, С.М. Гончарук, А.В. Горинов, А.П. Кондратченко, И.П. Корженевич, А.И. Скутин, И.В. Турбин, В.С. Шварцфельд и многие другие ученые и инженеры в России и за рубежом.

Процедура многокритериального принятия решений при проектировании железных дорог в условиях определенности в четкой среде состоит из совокупности этапов:

- формирование множества вариантов решения проектной задачи;
- задание состояния среды принятия решения;
- формирование множества частных критериев эффективности, таких как чистый дисконтированный доход (приведенные затраты), срок строительства и др.;
- оценивание сравниваемых вариантов по частным критериям эффективности;
- определение множества Парето;
- выявление предпочтений лица, принимающего решение (ЛПР);
- проверка корректности описания среды и предпочтений ЛПР;
- формирование глобального критерия эффективности (применение различных видов сверток);
- принятие решения (ранжирование альтернатив; выбор наилучшей альтернативы);
- проверка устойчивости принимаемого решения;
- окончательное принятие решения [1, с.166].

Существует ряд методов принятия решений, наиболее используемыми являются: метод идеальной точки и метод анализа иерархии Т. Саати. Рассмотрим более подробно каждый из методов.

Формирование структуры модели принятия решения для железных дорог в методе анализа иерархий достаточно трудоемкий процесс. Но в итоге удастся получить детальное представление о том, как именно взаимодействуют факторы, влияющие на приоритеты альтернативных решений, и сами решения.

В рамках метода анализа иерархий нет общих правил для формирования структуры модели принятия решения. Это является отражением реальной ситуации принятия решения на железных дорогах, поскольку всегда для одной и той же проблемы имеется целый спектр мнений. Метод позволяет учесть это обстоятельство с помощью построения дополнительной модели для согласования различных мнений, посредством определения их приоритетов. Это одно из важных достоинств данного метода перед другими методами принятия решений. Однако метод анализа иерархий требует большого количества информации от ЛПР, и длительного периода проверки согласованности информации, что является некоторым ограничением его применения [2, с.278].

На примере метода анализа иерархий рассмотрим как происходит принятие решений. Запроектировано три варианта трассы новой железнодорожной линии с одинаково заданным уклоном 11%. Проектирование осуществлялось в программном комплексе Robug по цифровой модели местности. В качестве исходных данных были использованы материалы работы [4, с.107].

Ведомость технико-экономических показателей трассы приведена в таблице 1.

Таблица 1

Ведомость технико-экономических показателей трассы

	Показатели	Единицы измерения	Варианты		
			I	II	III
1	2	3	4	5	6
1	Руководящий уклон	%	11	11	11
2	Длина геодезической линии	км	50,475	50,475	50,475
3	Длина трассы	км	66,232	66,950	64,106
4	Коэффициент развития	-	1,31	1,33	1,27
5	Полезная длина приемоотправочных путей	м	850	850	850
6	Максимальная масса состава	т	4600	4600	4600
7	Минимальный радиус кривой	м	1200	800	1200
8	Средний радиус кривой	м	1724,42	1425,01	1644,88
9	Количество ИССО (всего), в том числе:	шт.	19	24	18
	- трубы		9	6	9
	- мосты		2	4	2
	- сэм		8	14	7
10	Количество пересечений с автодорогами	шт.	2	2	2
11	Количество раздельных пунктов	шт.	2	1	1
12	Строительная стоимость	млн. руб.	8521,342	8725,020	8079,170
13	Стоимость 1 км железной дороги	млн. руб.	128,659	130,321	126,028
14	Эксплуатационные расходы	млн. руб.	189,312	171,538	187,105
15	Приведённые расходы	млн. руб.	1041,145	1044,040	995,022

Согласно таблицы 1 в первом варианте трассы общая протяженность составляет 66,232 км., общее количество труб и мостов по трассе составляет соответственно 9 и 10. Приведённые расходы составляют 1041,145 млн. руб.

Во втором варианте протяженность трассы составляет 66,950 км. Общее количество труб и мостов по трассе составляет соответственно 6 и 18. Приведённые расходы составляют 1044,040 млн. руб.

Третий вариант является самым коротким так как, были приняты во внимания все недочеты по предыдущим трассам и выбран самый короткий маршрут. Общая протяженность трассы составляет 64,106 км. Общее количество труб и мостов по трассе составляет соответственно 9 и 9. Приведённые расходы составляют 995,022 млн. руб.

Из сравниваемых вариантов наиболее выгодным будет тот, который требует меньших капитальных затрат и эксплуатационных расходов по сравнению с другими. Но обычно вариант с большими капиталовложениями требует меньших эксплуатационных расходов и наоборот. Если капиталовложения по сравниваемым вариантам одноэтапны, а эксплуатационные расходы не меняются по годам или растут по закону, близкому к линейному, то наилучшим будет вариант, обеспечивающий минимум годовых приведенных расходов.

Исходя из анализа трех вариантов железной дороги по экономическим показателям, наиболее выгодным является третий вариант с меньшими приведенными расходами.

Далее рассмотрим применение метода «идеальной точки».

Математическая модель заключается в том, что для первой группы критериев (максимизируемых) нормализованные значения j -тых частных критериев для сравниваемых i -тых вариантов определяют по формуле

$$r_j^i = \frac{(R_j^+ - R_j^i)}{(R_j^+ - R_j^-)}, \text{ для } j = \overline{1, s}, \quad (1)$$

где R_j^i – реальное, ненормализованное значение j -го частного критерия для i -го варианта направления в соответствующих единицах измерения.

Для второй группы критериев (минимизируемых) нормализованные значения r_j^i определяют по формуле

$$r_j^i = \frac{(R_j^i - R_j^-)}{(R_j^+ - R_j^-)}, \text{ для } j = \overline{s+1, m}. \quad (2)$$

Глобальный критерий p_i – определяется как расстояние до «идеальной точки» в m -мерном критериальном пространстве.

Глобальный критерий эффективности определяют по формуле

$$p_i = \sqrt{\sum (c_j \times r_j^{i^2})}, \text{ для } \forall i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

где c_j – весовые коэффициенты частных критериев эффективности, которые назначаются проектировщиком экспертно; r_j^i – нормализованные значения частных критериев эффективности [3, с.72].

При этом обязательно должно выполняться следующее условие

$$\sum c_j = 1, \forall j = \overline{1, m}, \text{ при } 0 < c_j < 1. \quad (4)$$

Рассмотрим принятие решения с использованием метода «идеальной точки». В качестве исходных данных были использованы материалы работы [4, с.107]. По приведенным затратам три варианта трассы практически равноценны: $\Pi_1 = 1041,145$ млн. руб., $\Pi_2 = 1044,040$ млн. руб., $\Pi_3 = 995,022$ млн. руб. Преимущество III варианта около 5 %, что находится в пределах точности экономических расчетов на стадии «Проект».

Сформировано – R1 множество из 4 частных критериев эффективности R_1, R_2, R_3, R_4 , где:

- R_1 – длина варианта трассы, км, направление оптимизации: желательна минимизировать;
- R_2 – средний радиус кривых, м, критерий желательна максимизировать;
- R_3 – количество ИССО, шт., направление оптимизации: желательна минимизировать.
- R_4 – сумма преодолеваемых высот в обе стороны (туда и обратно), м; критерий желательна минимизировать.

Ведомость технико-экономических показателей трассы приведена в таблице 1.

Так как предложенные критерии имеют различные единицы измерения, применяется их нормализация.

Для установления предпочтений проектировщика, выполняющего функции лица, принимающего решение (ЛПР), в задаче одиночного (индивидуального) выбора применяется ранжирование частных критериев путем назначения весовых коэффициентов с обязательной проверкой условия (4).

Вариантам трассы, сравнение которых производится по 4 частным критериям, присвоены следующие обозначения:

- x_1 – I вариант трассы длиной 66,232 км;
- x_2 – II вариант трассы длиной 66,950 км;
- x_3 – III вариант трассы длиной 64,106 км.

Для проведения сравнения вариантов, сначала проводим нормализацию значений частных критериев и рассчитываем глобальный критерий эффективности вариантов – расстояние до «идеальной точки» по формуле (3).

Расчеты сведены в таблицы 2 и 3.

Таблица 2

Реальные значения частных критериев эффективности R_j^i

Вариант трассы, x_i	Исходные значения частных критериев R_j^i			
	R_1^i , км (мин)	R_2^i , м (макс)	R_3^i , шт. (мин)	R_4^i , м (мин)
x_1	66,232	1724,42	19	488,2
x_2	66,950	1425,01	24	410,9
x_3	64,106	1644,88	18	489,84
R_j^+	66,950	1724,42	24	489,84
R_j^-	64,106	1425,01	18	410,9
$R_j^+ - R_j^-$	2,844	299,41	6	78,94

**Нормализованные значения r_j^i , весовые коэффициенты c_j
частных критериев эффективности и значения глобального критерия p_i**

Вариант направления x_1	Нормализованные значения частных j -тых критериев r_j^i по i -тому варианту направления				Значение глобального критерия p_i
	r_1^i	r_2^i	r_3^i	r_4^i	
x_1	0,75	1	0,17	0,97	0,80
x_2	1	0	1	0	0,74
x_3	0	0,73	0	1	0,55
Весовые коэффициенты c_j	0,35	0,30	0,20	0,15	$\sum c_j = 1,00$

По результатам расчетов можно сделать вывод о том, что наилучшим является III вариант трассы – вариант x_3 , так как он ближе всего к «идеальной точке» в четырехмерном пространстве критериев, $p_{min} = p_3 = 0,55$, следовательно, выбор следует сделать в пользу III варианта трассы.

Таким образом, метод «идеальной точки» позволяет принять обоснованное решение в многокритериальных задачах сравнения и выбора вариантов при проектировании железных дорог.

Список литературы

1. Холодов, П. Н. Выбор оптимального решения в проектировании железных до-рог на основе многокритериальной оценки [Текст] : дис. канд. техн. наук : 05.22.06 : защищена 12.02.2012 / Холодов Пётр Николаевич. – 166 с.
2. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати; перевод с англ. Р.Г. Вачнадзе. – М. : Радио связь, 1993. – 278 с.
3. Подвербный, В.А. Методы принятия проектных решений в строительстве: учебно-методическое пособие / В.А. Подвербный, П.Н. Холодов, К.М. Титов. – Иркутск: ИрГУПС, 2010. – 72 с.
4. Нагуманов, К.Р. Проект участка новой железнодорожной линии с проектированием мостового перехода на ПК 388+00. Пояснительная записка [Текст] : дипломный проект ДП.440300. 23.05.06.021-2017.ПЗ: 23.05.06 специализация № 1 «Строительство магистральных железных дорог»: защищен 16.06.2017 / Нагуманов Константин Радиевич. – 107 с.

