УДК 656.225.073.235

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ПРИ ВЫБОРЕ ВАРИАНТА КОНТРЕЙЛЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

© Д.В. Кузьмин

Ключевые слова: контрейлерные перевозки; метод анализа иерархий; организация перевозок; транспортная инфраструктура; транспортный терминал; железнодорожный подвижной состав.

Организация работы объектов транспортной инфраструктуры зачастую происходит в условиях неопределенности, т. е. ограниченного объема информации, большого количества различных мнений, отсутствия статистических данных, невозможности произвести точный расчет и оценить последствия принимаемых решений и т. д. Разнообразие современных контрейлерных технологий ставит перед специалистами в области организации производства на транспорте задачу многокритериального выбора. Зачастую принятие решений при организации работы элементов транспортной инфраструктуры не является очевидным и может изменяться в зависимости от внешних условий и специфики решаемых задач. Рассматривается вопрос использования метода анализа иерархий при выборе контрейлерной терминальной технологии. Предлагается ряд критериев, которые автор условно делит на четыре блока. Описывается механизм влияния выбранных факторов на работу контрейлерного терминала. После чего автором осуществляется выбор наиболее предпочтительного варианта контрейлерной системы по совокупности рассматриваемых критериев. По результатам расчетов можно сделать вывод, что в условиях нестабильного и плохо прогнозируемого спроса на контрейлерные перевозки, с точки зрения бизнес-стратегии, высокая адаптивность контрейлерной системы является большим преимуществом.

На этапе организации производства неизбежно возникают вопросы, решение которых определяет эффективность его деятельности в будущем. Организация работы объектов транспортной инфраструктуры зачастую происходит в условиях неопределенности, т. е. ограниченного объема информации, большого количества различных мнений, отсутствия статистических данных, невозможности произвести точный расчет и оценить последствия принимаемых решений и т. д.

Принятие решений при выборе альтернативы является междисциплинарной областью исследования операций, в которой участвуют математики, инженеры, экономисты, программисты и т. д. Это усложняет процесс принятия решений, поскольку, как правило, знания участвующих экспертов ограничены только определенной областью. Задача выбора системы контрейлерного терминала осложняется еще тем, что является слабоструктурированной, т. е. качественной, неподдающейся детальному количественному анализу. Поэтому решение задачи выбора контрейлерной системы должно заключаться в анализе и структуризации.

Вышеперечисленным требованиям удовлетворяет метод анализа иерархий, разработанный американским математиком Т. Саати, в основе которого лежат декомпозиция и синтез [1].

Метод парных сравнений Т. Саати заключается в попарном сравнении элементов одного уровня, которое происходит на основе опыта и знаний участвующего экспертного лица. При этом уровень важности рассматриваемых элементов определяется числовыми значениями, приведенными в табл. 1.

Результаты заносятся в таблицу парных сравнений. Элементы таблицы a_{ij}, $i,j = 1$ представляют собой количественную оценку степени предпочтения i-го объекта, находящегося в j-й строке, по отношению к j-му объекту, находящемуся в i-м столбце. При этом, если $a_{ij} = \alpha$, то $a_{ji} = \frac{1}{\alpha}$. Если сравниваемые элементы имеют одинаковую относительную важность, то $a_{ij} = 1$, $a_{ji} = 1$, и, как следствие, $a_{ii} = 1$.

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, (i,j = 1,2,\dots,n). \quad (1)$$

Количество сравнений определим по формуле:

$$N_{\text{срав}} = \frac{n(n-1)}{2}, \quad (2)$$

где n – количество сравниваемых элементов. Таким образом, таблицу парных сравнений можно представить в виде обратно симметричной матрицы:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \alpha_{12} & \cdots & \alpha_{1n} \\ 1/\alpha_{12} & 1 & \cdots & \alpha_{2n} \\ \cdots & \cdots & 1 & \cdots \\ 1/\alpha_{1n} & 1/\alpha_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix}.$$

Количество матриц парных сравнений зависит от количества рассматриваемых уровней, а также критериев и подкритериев. При наиболее простом варианте трехуровневой иерархии необходимо произвести сравнение учитываемых критериев и рассматриваемых альтернатив.

При большом количестве критериев увеличиваются риски, связанные с противоречивостью степеней предпочтения, раздаваемых экспертами в ходе парного сравнения. Возникает необходимость проверки экспертных оценок на отсутствие противоречивости. Все собственные значения идеально согласованной матрицы A равны нулю, кроме единственного наибольшего

Таблица 1

Фундаментальная шкала абсолютных значений для оценки силы суждений

Степень предпочтения	Определение	Комментарий
1	Равная предпочтительность	Две альтернативы одинаково предпочтительны с точки зрения цели
2	Слабая степень предпочтения	Промежуточная градация между равным и средним предпочтением
3	Средняя степень предпочтения	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив немного предпочтительнее другой
4	Предпочтение выше среднего	Промежуточная граница между умеренно сильным и очень сильным предпочтением
5	Умеренно сильное предпочтение	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив явно предпочтительнее другой
6	Сильное предпочтение	Промежуточная градация между умеренно сильным и очень сильным предпочтением
7	Очевидное предпочтение	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив гораздо предпочтительнее другой: доминирование альтернативы подтверждено практикой
8	Очень сильное предпочтение	Промежуточная градация между очень сильным и абсолютным предпочтением
9	Абсолютное предпочтение	Очевидность подавляющей предпочтительности одной альтернативы над другой имеет неоспоримое подтверждение

Таблица 2

Среднее значение индекса согласованности в зависимости от размера матрицы

Размер матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
СИ	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

значения, равного n, обозначив которое через λ_{max}, получим $\lambda_{max} = n$ [2, с. 6].

На практике добиться полной непротиворечивости (согласованности мнений экспертов) невозможно, поэтому величина a_{ij} отличается от идеальных, тем самым будут иметь место небольшие колебания величин a_{ij}. Известно, что собственные значения матрицы A непрерывно зависят от величин a_{ij}, поэтому небольшие возмущения элементов положительной обратно симметричной матрицы приводят к незначительным изменениям собственных значений.

Отсюда можно сделать вывод, что нахождение весов объектов иерархии по полученной парными сравнениями матрице A заключается в определении собственного вектора w, соответствующего максимальному собственному значению, т. е. в решении уравнения:

$$Aw = \lambda_{max}\, w\,. \qquad (3)$$

Как уже было сказано выше, если матрица A является согласованной, то $\lambda_{max} = n$. В случае $\lambda_{max} > n$ величина отклонения $\lambda_{max}–n$ является мерой согласованности элементов матрицы. Данную величину выражают как индекс согласованности (ИС) и определяют по формуле:

$$\text{ИС} = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}\,. \qquad (4)$$

Оценка уровня согласованности происходит путем сравнения ИС с средним значением индекса случайной согласованности (СИ), который представляет собой ИС, сгенерированный случайным образом по шкале от 1 до 9 обратно симметричной матрицы с соответствующими обратными величинами. В работе [1] автором подсчитаны средние значения СИ для матриц, включающих до 15 критериев сравнения. Средние значения случайного индекса согласованности в зависимости от размерности матрицы представлены в табл. 2.

Отношение согласованности определим по формуле:

$$\text{ОС} = \frac{\text{ИС}}{\text{СИ}}\,. \qquad (5)$$

Отношение согласованности (ОС) характеризует то, насколько оцениваемая степень согласованности сходится со степенью согласованности самого неидеального эксперимента. Приемлемым считается значение, при котором ОС $\leq$ 0,1. В случае, если ОС $\geq$ 0,1, необходима процедура пересмотра суждений [3, с. 38; 4, с. 28].

Прямой алгоритм решения уравнения $Aw = \lambda_{max}\, w$ происходит в несколько этапов. Матрица A является идеально согласованной, т. е.

$$A = \begin{pmatrix} v_1/v_1 & v_1/v_2 & \dots & v_1/v_n \\ v_2/v_1 & v_2/v_2 & \dots & v_2/v_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_n/v_1 & v_n/v_2 & \dots & v_n/v_n \end{pmatrix} = \left\{\frac{v_i}{v_j}\right\}$$

$$i = \overline{1,n}, j = \overline{1,n}. \quad (6)$$

На первом этапе построчно определим среднее геометрическое матрицы A по формуле:

$$\sqrt[n]{\prod_{j=1}^{n} \frac{v_i}{v_j}} = \frac{v_i}{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^{n} v_j}}\ ; i = \overline{1,n}\ . \quad (7)$$

Далее вычислим сумму средних геометрических:

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{v_i}{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^{n} v_j}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i}{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^{n} v_j}}\ . \quad (8)$$

После определим нормированное значение собственного вектора путем деления среднего геометрического каждой строки матрицы A на сумму средних геометрических строк:

$$\frac{v_i}{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^{n} v_j}} \Big/ \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i}{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^{n} v_j}} = \frac{v_i}{\sum_{i=1}^{n} v_i};\ i = \overline{1,n}\ . \quad (9)$$

Процедура вычисления λ_{max} заключается в определении суммы элементов каждого столбца матрицы A и скалярного произведения векторов, которые в случае идеально согласованной матрицы соответствуют максимальному собственному числу:

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{v_i}{v_j} = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i}{v_j}\ ;\ j = \overline{1,n}\ ; \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{v_i}{\sum_{i=1}^{n} v_i} \cdot \frac{\sum_{j=1}^{n} v_j}{v_i} = n\ . \quad (11)$$

На заключительном этапе метода анализа иерархий реализуется принцип синтеза [5, с. 37]. Здесь производится оценка альтернатив с учетом всех критериев путем построения рейтингов. Это достигается путем определения суммы произведений весов рассматриваемых критериев и значения каждой из рассматриваемых альтернатив.

$$R_j = \sum_{i=1}^{n} w_i V_{ij}\ , \quad (12)$$

где w_i – вес i-го критерия; V_{ij} – вес j-й альтернативы по i-му критерию.

Приведем пример выбора контрейлерной системы методом анализа иерархий.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Примем за множество альтернатив различные контрейлерные системы, приведенные в табл. 3, которые подлежат анализу, для последующего выбора наилучшего варианта $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$. Зададим множество критериев, по совокупности которых будем оценивать каждую из рассматриваемых альтернатив $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$. Необходимо определить наилучшую альтернативу по совокупности рассматриваемых критериев [6, с. 101; 7, с. 137; 8, с. 8].

Выбор контрейлерной системы предлагается осуществлять по следующим критериям:

- K_1. Стоимость строительства терминала;
- K_2. Стоимость специализированного вагона;
- K_3. Стоимость эксплуатации;
- K_4. Количество персонала, участвующего в погрузочно-разгрузочных работах;
- K_5. Необходимость наличия дополнительного оборудования и техники, участвующей в погрузке и разгрузке состава;
- K_6. Возможность осуществления параллельной погрузки и выгрузки состава;
- K_7. Универсальность перевозки. Возможность осуществить как сопровождаемую, так и несопровождаемую перевозку;
- K_8. Наличие сложных технических узлов вагонов и терминалов, чувствительных к внешним условиям и имеющих ограничения по работе в определенных климатических зонах;
- K_9. Необходимость строгого позиционирования состава по фронту погрузки или выгрузки;
- K_{10}. Возможность подключения перевозимого трейлера к электропитанию вагона для обогрева двигателя или поддержания необходимой температуры в прицепе;
- K_{11}. Возможность перевозки транспортных контейнеров;
- K_{12}. Возможность осуществления погрузочно-разгрузочных работ под контактным проводом;
- K_{13}. Возможность автоматизированной смены колеи;
- K_{14}. Количество вагонов в составе поезда;
- K_{15}. Опыт эксплуатации системы (К – концепция, И – испытания, АИ – активное использование).

Таблица 3

Контрейлерные системы и критерии их сравнения

Название \ Критерии	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}	K_{13}	K_{14}	K_{15}
Modalohr	3 млн €	355000 €	0,05 €/км	+	+	+	+	+	+	–	–	+	–	60	АИ
CargoSpeed	2,3 млн €	120000 €	0,06 €/км	+	+	+	+	+	+	–	–	+	–	55	АИ
Flexi Wagon	0 млн €	175000 €	0,06 €/км	Вод-ль	–	+	–	+	–	+	–	+	–	56	АИ
CargoBeamer	1,2 млн €	105000 €	0,063 €/км	+	+	+	+	+	+	–	–	+	+	54	АИ
13-9961	0	Ниже конк-тов	Ниже конк-тов	+	+	+/–	+	–	–	–	+	+	–	48	И

При проведении декомпозиции проблемы рассматриваемый набор критериев можно условно рассортировать на четыре блока (подцели), каждый из которых обладает определенным набором критериев:

- минимизация затрат;
- максимизация перерабатывающей способности;
- универсальность;
- удобство эксплуатации.

Первый блок включает в себя критерии инвестиционного характера, такие как стоимость строительства терминала ($К_1$) и стоимость специализированного вагона платформы ($К_2$), а также критерии, влияющие на затраты производства, вызванные эксплуатацией терминала и техники ($К_3$, $К_5$), а также оплатой труда ($К_4$). Зачастую данные критерии обратнозависимы, например, как правило, организация работы высокоавтоматизированной контрейлерной системы, не требующей большого количества сопутствующей техники и персонала, ведет к существенному увеличению инвестиционных вливаний на этапе проектирования и организации, но впоследствии позитивно отражается на экономической эффективности проекта, т. к. позволяет существенно сокращать затраты, связанные с покупкой, обслуживанием и эксплуатацией дополнительной техники, а также экономить на зарплатном фонде за счет сокращения количества персонала, участвующего в обработке автопоездов.

Критерии второго блока косвенно или напрямую влияют на перерабатывающую способность (ПС) терминала. Под ПС будем понимать максимально возможное количество вагонов, обрабатываемых КТ за сутки при оптимальном использовании терминальной инфраструктуры и технического оснащения. К ним можно отнести: возможность осуществления параллельной погрузки и выгрузки вагонов ($К_6$), возможность осуществления как сопровождаемой, так и несопровождаемой перевозки ($К_7$), максимальное количество вагонов в составе поезда ($К_{14}$) и возможность автоматизированной смены ширины колеи ($К_{13}$). Критерий $К_6$ характеризует скорость заполнения состава. Параллельная погрузка-выгрузка обеспечивает высокую автономность контрейлерной системы за счет отсутствия зависимости от внешних технических условий, например, таких как производительность и занятость погрузочно-разгрузочных машин и т. д. Большое количество современных контрейлерных систем (Modalohr, CargoSpeed, CargoBeamer, Flexi Wagon и т. д.) позволяет осуществлять как фрагментарную, так и параллельную погрузку и выгрузку всего состава, тем самым позволяет экономить время обработки. Организация контрейлерных перевозок в современных условиях должна ориентироваться в первую очередь на современные эффективные технологии, обеспечивающие существенный резерв производственных мощностей на случай повышения спроса на контрейлерную услугу. Из этого следует, что $К_6$ является одним из наиболее приоритетных критериев, поэтому целесообразнее рассматривать контрейлерные системы с возможностью параллельной погрузки.

Количество вагонов в составе контрейлерного поезда характеризует его вместимость и влияет на стоимость перевозки одной единицы груза $К_{14}$, а также увеличивает ПС терминала. Длина контрейлерного поезда ограничивается длиной принимающих путей, поэтому наиболее эффективными с точки зрения повышения ПС будут являться наиболее компактные вагоны.

Формат перевозки также оказывает существенное влияние на специфику и, как следствие, на ПС. При несопровождаемой перевозке водитель с тягачом покидает КТ, не дожидаясь процедуры погрузки прицепа на вагон-платформу, которая проходит при участии персонала КТ с использованием терминальных тягачей. Такие условия вынуждают увеличивать штат обслуживающего персонала, закупать и обслуживать дополнительную технику, увеличивать площади зон накопления прицепов и техники. Помимо этого, несопровождаемая перевозка увеличивает время грузовых операций с вагонами за счет увеличения количества встречных потоков техники в зоне погрузки, всевозможных дополнительных операций, таких как отцепление прицепов и т. д. Также при несопровождаемой перевозке возможно увеличение времени погрузки состава, т. к. количество параллельно загружаемых/разгружаемых вагонов будет ограничиваться количеством участвующих тягачей.

К третьему блоку критериев отнесем факторы, влияющие на диапазон предоставляемых услуг. Критерий $К_7$ характеризует количество потенциальных клиентов. Так, вариативность сопровождения контрейлерной перевозки позволяет обеспечить заинтересованность в отправке как в сегменте коротких дистанций, так и дальних перевозок. Технологии, позволяющие осуществлять сопровождаемую контрейлерную перевозку, более удобны на коротких дистанциях, а также при использовании КП в качестве паромного решения. С другой стороны, при перевозках на большие расстояния длительные пассивные пробеги тягача в качестве груза являются крайне нежелательными, т. к. со стороны отправителя ведут к «омертвлению» средства труда по причине невозможности его активного использования в производственных процессах, а с другой стороны – к удорожанию перевозки, т. к. имеется необходимость создавать дополнительные условия для водителей, увеличивается нетто вес поезда и т. д.

Некоторые контрейлерные технологии имеют конструкционные особенности подвижного состава, которые требуют организации специфических инфраструктурных условий, необходимых для осуществления погрузочно-разгрузочных работ. Зачастую различные узлы и агрегаты таких систем представляют собой сложные инженерно-технические решения, что накладывает определенные ограничения в их использовании. Например, присутствие пневматических и гидравлических приводов в конструкции грузового фронта и вагонов накладывает ограничения при использовании в отрицательных температурах. Поэтому, учитывая географию контрейлерных перевозок «пространства 1520» и потенциал их развития, имеется необходимость рассматривать при анализе критерий $К_8$.

Критерий $К_{11}$ характеризует универсальность использования подвижного состава с точки зрения возможности перевозки транспортных контейнеров. Осуществимость контейнерной перевозки позволит снизить доли порожнего пробега по отношению к груженому и, как следствие, повысит эффективность перевозок.

Факторы четвертого блока косвенно характеризуют рассматриваемые системы с точки зрения удобства эксплуатации и сложности. Критерий $К_9$ учитывает необходимость точного позиционирования состава по фронту грузовых работ, которая присутствует в некоторых контрейлерных системах. Данная процедура усложняет маневровые работы и требует участия до-

полнительного персонала, что отрицательно влияет на эффективность работы терминала. $К_{10}$ принимает в расчет возможность подключения перевозимого прицепа к электропитанию вагона с целью удовлетворения различных потребностей, возникающих при перевозках специализированных грузов. Например, обеспечение электропитанием холодильных установок рефрижераторных прицепов.

Погрузочно-разгрузочные работы могут осуществляться как горизонтально, так и вертикально. Последний вариант более неудобен, т. к. не допускает электрификацию фронта работ. С данной точки зрения, наиболее удобными в эксплуатации являются системы, позволяющие осуществлять погрузочно-разгрузочные работы под проводом контактной сети. Данную возможность будем учитывать с помощью $К_{12}$.

Опишем связи предложенной выше декомпозиции с помощью иерархии, представленной на рис. 1.

На первом этапе процедуры сравнения необходимо определить важность каждого из рассматриваемых блоков критериев по отношению к цели (вершине иерархии). Для этого, пользуясь шкалой значений, приведенной в табл. 1, оценим каждый из рассматриваемых блоков по отношению к другим. Результаты сведем в табл. 4.

Представив табличные значения в виде матрицы *A*, определим максимальное собственное значение (λ_{max} = = 4,222) и индекс согласованности по формуле 4:

$$ИС = \frac{4{,}22-4}{4-1} = 0{,}074.$$

Так как размерность матрицы равна 4, среднее значение индекса согласованности, согласно табл. 2, составит 0,9. Определим отношение согласованности по формуле (5):

$$ОС = \frac{0{,}074}{0{,}9} = 0{,}082.$$

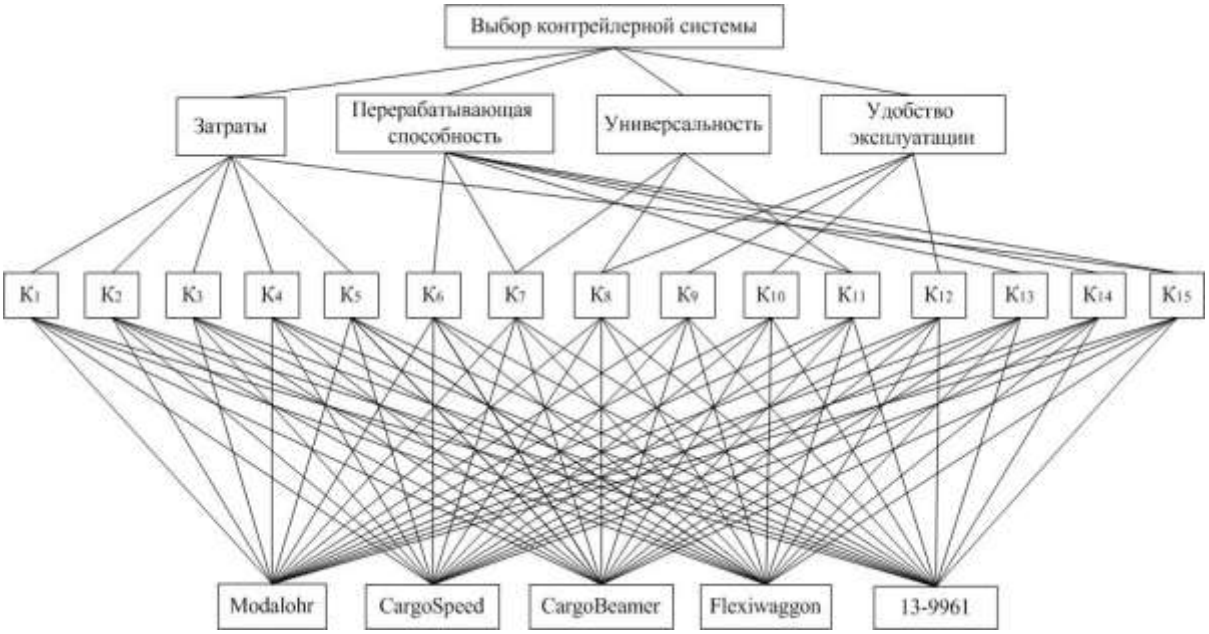

Рис. 1. Иерархическое представление процедуры выбора контрейлерной системы

Таблица 4

Расчет весов блоков критериев

Блок критериев	Затраты	Перерабатывающая способность	Универсальность	Удобство эксплуатации	**Вес**
Затраты	1	1/5	1/2	4	0,139
Перерабатывающая способность	5	1	4	6	0,589
Универсальность	2	1/4	1	5	0,218
Удобство эксплуатации	1/4	1/6	1/5	1	0,055

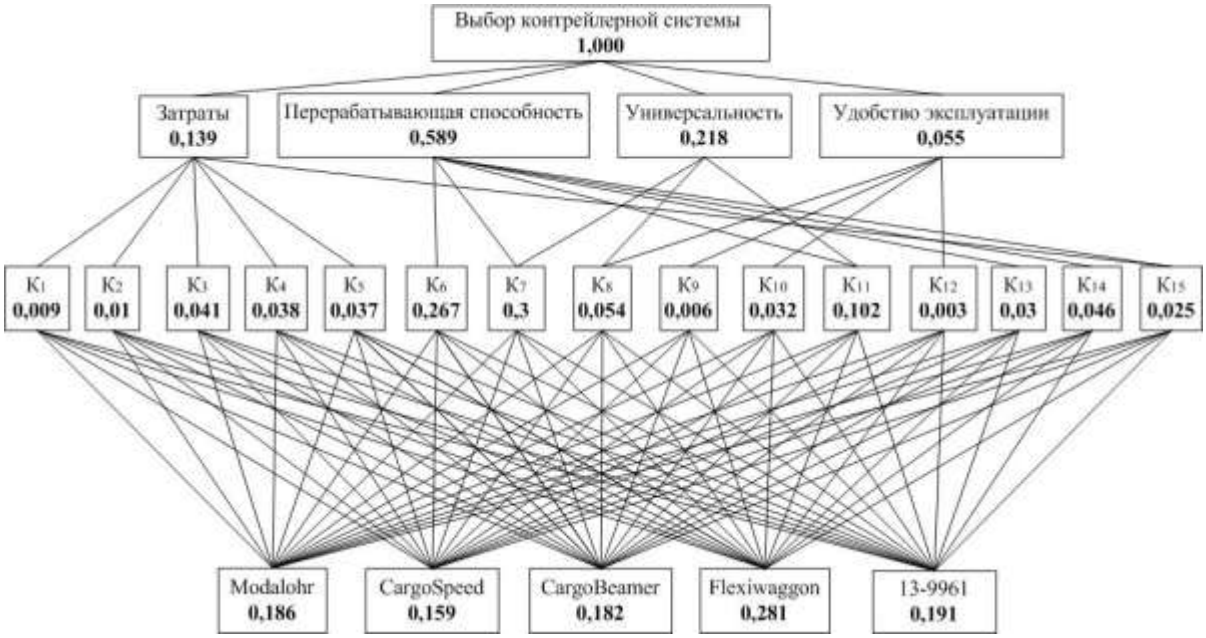

Рис. 2. Полученные веса значимости элементов иерархии выбора контрейлерной системы

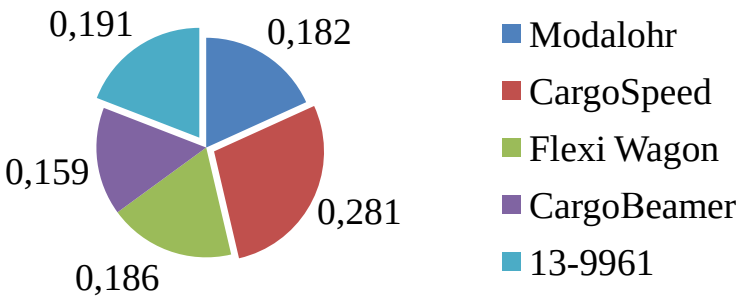

Рис. 3. Результаты вычислений рейтингов контрейлерных систем

Так как отношение согласованности не превышает 0,1, найденное значение будет являться приемлемым. Аналогичным образом произведем сравнения элементов иерархии на различных уровнях.

Определим важность критериев, рассматриваемых в рамках конкретных блоков. Итоговые веса элементов иерархии выбора контрейлерной системы приведены на рис. 2.

Для наглядного отображения результатов вычислений рейтингов контрейлерных систем представим их в виде диаграммы (рис. 3).

Как видно, наиболее предпочтительной альтернативой по совокупности рассматриваемых критериев является шведская контрейлерная система Flexi Wagon. Существенным преимуществом данного варианта является отсутствие необходимости строительства специализированных контрейлерных терминалов на всем маршруте следования и, как следствие, экономия затрат при организации перевозок и обслуживании терминальной инфраструктуры. Помимо этого система позволяет осуществлять параллельные погрузочно-разгрузочные работы силами одного водителя, не привлекая дополнительного персонала или техники.

В транспортных узлах с интенсивной грузовой и коммерческой работой для эффективной организации работы системы необходима организация специализированной контрейлерной площадки, тогда как в промежуточных пунктах с небольшими объемами спроса на данную услугу достаточно небольшой модернизации принимающих железнодорожных станций. Это существенно упрощает организацию контрейлерного сообщения и делает его более адаптивным, т. е. обеспечивает возможность более оперативного реагирования при колебаниях спроса на услугу на внешних транспортных рынках и организации новых маршрутов или корректировки уже использующихся, в соответствии с требованиями рынка [9].

В условиях нестабильного и плохо прогнозируемого спроса на контрейлерные перевозки, с точки зрения бизнес-стратегии, высокая адаптивность контрейлерной системы является большим преимуществом. В совокупности с высокой производительностью и низким уровнем постоянных затрат, связанных с оплатой труда специализированного персонала и обслуживанием технически сложной терминальной инфраструктуры, варианты автономных контрейлерных систем, подобные Flexi Wagon, являются наиболее рациональными.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Саати Т.* Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 320 с.
2. *Саркисян Р.Е.* Упорядочение факторов по важности на основе метода анализа иерархий: метод. указания. М.: МИИТ, 2002. 24 с.
3. *Рыков А.С.* Системный анализ: модели и методы принятия решений и поисковой оптимизации. М.: Издат. дом МИСиС, 2009. 608 с.
4. *Ларичев О.И.* Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных Странах: учебник. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Университет. книга; Логос, 2008. 392 с.
5. *Саати Т.Л.* Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. Изд. 3-е / пер. с англ. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. 360 с.
6. *Гохман О.Г.* Экспертное оценивание: учеб. пособие. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1991. 152 с.
7. *Басовский Л.Е., Протасьев В.Б.* Управление качеством: Б27: учебник. М.: ИНФРА-М, 2001. 212 с.
8. *Лисенков А.Н., Ярковская Т.В.* Экспертное оценивание в задачах менеджмента: учеб. пособие. М.: МИИТ, 2009. 24 с.
9. *Donegan H.A., Dodd F.J.* A note on saaty's random indexes. Department of Mathematics, University of Ulster. Shore Road, Newtown Abbey, Northern Ireland // Mathl. Comput. Modelling. 1991. V. 15. № 10. P. 135-137.

Поступила в редакцию 27 января 2015 г.

Kuzmin D.V. PROCESS OF PIGGYBACK TECHNOLOGY SELECTION WHILE USING THE ANALYTIC HIERARCHY

The organization of the transport infrastructure often occurs under conditions of uncertainty, that is, limited amount of information, a lot of different opinions, the lack of statistics, it is impossible to make an exact calculation and to evaluate the consequences of decisions, etc. The diversity of modern technology poses piggyback experts in the organization of production in the transport problem of multi-criteria selection. Often, decision-making in the organization of the elements of the transport infrastructure is not obvious, and may vary depending on environmental conditions and specific usage. Is discussed the use of the analytic hierarchy process in choosing piggyback terminal technology. Proposed a number of criteria, which the author arbitrarily divides into four blocks. Described the mechanism of influence of selected factors on the job piggyback terminal. After that, the author selects the most preferred embodiment of piggyback system jointly considered criteria. The calculations can be concluded that in an uncertain and poorly projected demand for piggyback, in terms of business strategy, high adaptability piggyback system is a great advantage.

Key words: piggyback; analytic hierarchy process; organization of transportations; transport infrastructure; transport terminal; rolling stock.

Кузьмин Дмитрий Владимирович, Московский государственный университет путей сообщения, г. Москва, Российская Федерация, аспирант, ассистент кафедры «Логистика и управление транспортными системами», e-mail: kuzmindmitrywork@gmail.com

Kuzmin Dmitry Vladimirovich, Moscow State University of Railway Engineering, Moscow, Post-graduate Student, Assistant of "Logistics and Management of Transport Systems" Department, e-mail: kuzmindmitrywork@gmail.com