

## КОМПЛЕКСНАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА В РЕСПУБЛИКЕ СОЮЗ МЬЯНМА

Ко Ко Лвин, аспирант, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II» (МГУПС (МИИТ))

В данной статье рассмотрены особенности и перспективы использования Северного международного транспортного коридора Мьянмы. Описан процесс выбора оптимального месторасположения такого объекта транспортно-логистической инфраструктуры, как логистический центр, на основе метода анализа иерархий.

**Ключевые слова:** международные транспортные коридоры, логистические центры, метод анализа иерархий, задача принятия решений, дерево критериев и альтернатив, логистические подходы, месторасположение, матрицы попарных сравнений.

## A COMPREHENSIVE METHOD OF DETERMINING THE LOCATION OF A LOGISTICS CENTER IN THE REPUBLIC OF THE UNION OF MYANMAR

Ко Ко Lvin, the post-graduate student, FSEI HE «Moscow State University of Railway Engineering under the name of Emperor Nikolay II» (MGUPS (MIIT))

In this article, the features and prospects of using the Myanmar North International Transport Corridor are examined. The process of choosing the optimal location of such an object of transport and logistics infrastructure as a logistics center is described on the basis of the hierarchy analysis method.

**Keywords:** international transport corridors, logistics centers, analytic hierarchy process, decision making problem, the tree of criteria and alternatives, logistic approaches, location, matrixes of pairwise comparisons.

Мьянма, с точки зрения географического расположения, является центром пересечения логистических маршрутов Азии. Через территорию Мьянмы проходят важные Международные транспортные коридоры, из которых наибольшим потенциалом развития на территории Мьянмы обладает Северный коридор: Руйли - Мусе - Лашо - Мандалэй - Монаява - Калэва - Калай - Таму - Моях - Импэ, который имеет выход в Бенгальский залив и, следовательно, открывает путь в страны Африки и ЕС. Этот коридор является стратегическим транспортным маршрутом, соединяющим грузопотоки Индии и Китая, и имеет достаточно серьезные перспективы транзитного развития в среднесрочной и долгосрочной перспективе [1]. Однако данный коридор нуждается в значительной модернизации, которая позволит увеличить грузооборот между Китаем и Мьянмой и, как следствие, повысить экономическую эффективность перевозок. Одним из мероприятий, необходимых для развития вышеуказанного коридора, предлагается, наряду с построением технического хаба в городе Мандалэй, построение логистического центра (ЛЦ) в районе города Лашо, так как в данном районе уже имеется два вида транспорта железнодорожный и автомобильный.

При выборе места для строительства таких объектов, как ЛЦ, как правило, должны учитываться следующие основные критерии:

- Грузовая база (рыночная необходимость и востребованность подобных объектов);
- Техническая возможность строительства;
- Экономическая целесообразность функционирования ЛЦ.

Проведенный в [1, 2] анализ показал выполнимость этих критериев и, в соответствии со стратегическими планами развития страны, строительство логистического центра в Лашо и хаба в Мандалэй должно быть завершено в 2019 году. Планируемый грузопоток с использованием этого инфраструктурного коридора к 2030 году составит 4 млн. тонн.

- Создание ЛЦ и хаба преследует выполнение следующих задач:
- Ликвидация «узких мест» Северного Транспортного коридора;
  - Снижение временных затрат на транспортировку грузов;
  - Формирование развитой инфраструктуры для транспортного сектора;
  - Интеграция различных видов транспорта;
  - Концентрация грузоперевозок и создание основы для эффективных международных перевозок сборных грузов;
  - Кооперация транспортных, логистических, страховых, финансовых компаний, государственных органов и служб;
  - Извлечение экономической выгоды, для частного бизнеса и государства.

Географическое месторасположение ЛЦ оказывает существенное влияние на уровень расходов по транспортировке, складированию грузов, а значит, на уровень и стоимость логистических услуг, предлагаемых покупателям, и поэтому задача определения месторасположения ЛЦ является актуальной. Для поиска месторасположения можно использовать как традиционные логистические методы: метод «центра тяжести», метод частичного перебора, метод пробной точки, так и альтернативный метод анализа иерархий, позволяющий свести субъективные и объективные характеристики предлагаемых проектов в единую «матрицу» и рассчитать приоритет численных расчетов для выбора месторасположения ЛЦ.

Метод анализа иерархий (МАИ), разработанный американским математиком Томасом Саати [4], является математическим инструментом системного подхода для решения сложных задач принятия решений. Он позволяет разработчику в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению.

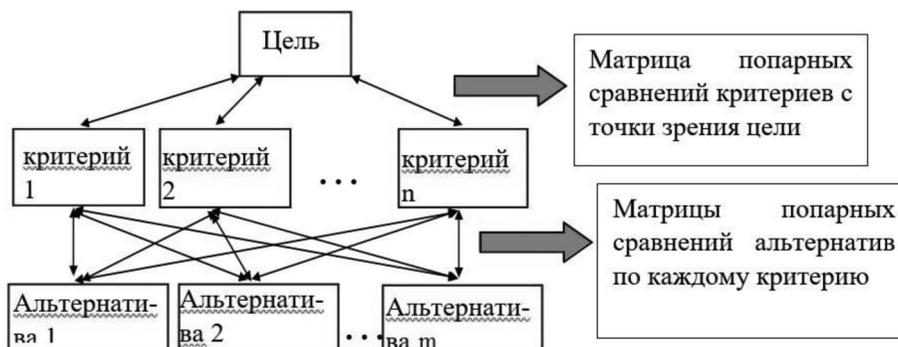


Рисунок 1 - Дерево критериев и альтернатив

## ТРАНСПОРТ

Таблица 1 - Критерии выбора месторасположения ЛЦ

Критерий	Название критерия	Значение критерия	Комментарий
k1	Грузопоток	9	Необходимо учитывать величину грузопотока, проходящего через данную точку пространства или в непосредственной близости от нее.
k2	Транспортный	8	ЛЦ необходимо размещать в непосредственной близости к транспортным магистралям.
k3	Территориальный	7	ЛЦ целесообразно размещать вблизи крупных населенных пунктов, промышленных районов, центров оптовой и розничной торговли, в местах нахождения основных клиентов, на пограничных переходах.
k4	Рельеф строительной площадки	6	Должен быть плоским.
k5	взаимодействие	4	Возможность быстрого согласования с органами местной власти вопросов отвода земельного участка, подвода коммуникаций, строительства инфраструктурных объектов.
k6	кадровый	3	Возможность подбора кадров, необходимых для обеспечения нормальной работы ЛЦ.
k7	безопасность	2	Возможность быстрого взаимодействия со службами чрезвычайных ситуаций и полиции.
k8	коммуникационный	5	В месте нахождения ЛЦ должны иметься подъездные пути и возможность доступа к необходимым коммуникациям (электричество, связь, интернет).

Метод анализа иерархий предполагает выполнение следующих этапов:

1. Выделение проблемы. Определение цели.
2. Выделение основных критериев и альтернатив.
3. Построение иерархии: дерево от цели через критерии к альтернативам.
4. Построение матрицы попарных сравнений критериев по цели и альтернатив по критериям.
5. Применение методики анализа полученных матриц.
6. Определение весов альтернатив по системе иерархии.

Дерево критериев и альтернатив представлено на рис. 1.

Для выбора оптимального месторасположения в Северном транспортном коридоре Мьянмы логистического центра в районе города Лашо будет использоваться метод анализа иерархий, учитывающий приведенные ниже критерии, значения которых назначены экспертами и представлены в табл. 1.

Значения критериев были назначены экспертами на основе 9-ти балльной шкалы. Степень важности критерия определена

исходя из этой шкалы: 9 – абсолютная значимость и далее – по степени убывания значимости.

Проведенный ранее анализ текущего состояния транспортной системы страны, проходящих через неё транспортных коридоров, а также перспектив их использования (при условии модернизации транспортной инфраструктуры) показал, что логистический центр в районе г. Лашо было бы целесообразно разместить на одной из трех территорий, которые показаны на рис. 2 как ЛЦ 1, ЛЦ 2, ЛЦ 3.

Для решения поставленной задачи было построено дерево альтернатив (рис. 3).

Для определения степени влияния (или приоритетов) критериев первого уровня относительно их важности для элементов второго уровня необходимо провести их попарное сравнение. При построении матрицы попарных сравнений были использованы численные значения критериев, указанные в таблице 1.

В нашем случае матрица попарных сравнений, в которой элемент  $\alpha_{ij}$  показывает отношение критерия  $i$  к критерию  $j$ , приведена в таблице 2.

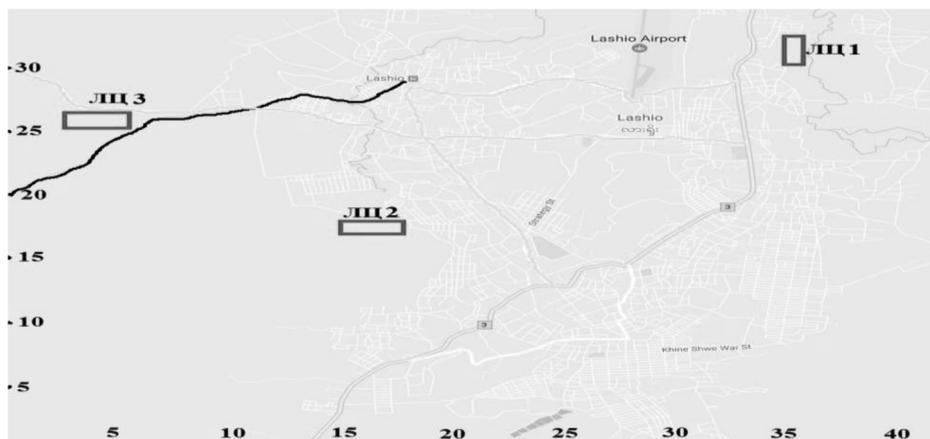


Рисунок 2 - Предлагаемый план расположений ЛЦ в г. Лашо

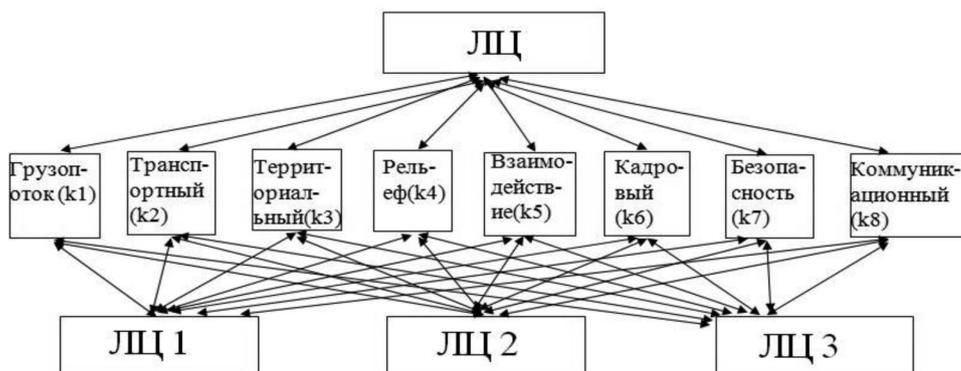


Рисунок 3 - Дерево альтернатив предлагаемых вариантов месторасположения ЛЦ в районе города Лашо

**Таблица 2 - Матрица попарных сравнений**

	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$
$k_1$	1	1.125	0.286	1.5	2.25	3	4.5	1.8
$k_2$	0.8	1	1.143	1.33	2	2.67	4	1.6
$k_3$	3.5	0.87	1	1.17	1.175	2.33	3.5	1.4
$k_4$	0.67	0.75	0.85	1	1.5	2	3	1.2
$k_5$	0.44	0.5	0.57	0.67	1	1.33	2	0.8
$k_6$	0.33	0.37	0.43	0.5	0.75	1	1.5	0.6
$k_7$	0.22	0.25	0.29	0.33	0.5	0.67	1	0.4
$k_8$	0.56	0.625	0.714	0.83	1.25	1.67	2.5	1

Полученная матрица является обратнo-симметричной и нуждается в дальнейшем исследовании на предмет согласованности сравнений критериев. В соответствии теоретическими исследованиями, проведенными Т.Саати [4] и другими авторами, доказано, что для обратнo-симметричной матрицы её максимальное собственное значение  $\lambda_{max}$  должно быть максимально близким к  $n$ , а индекс согласованности (ИС) меньше 0,1.

Расчеты, проведенные для представленной выше матрицы, показали, что для неё  $\lambda_{max} = 8,226363148$ , ИС =  $(\lambda_{max} - n)/(n-1) = 0,0323375$ .

Следовательно, можно сделать вывод об очень сильной близости к согласованности сравнений критериев.

Далее, в соответствии с методом анализа иерархий была проведена нормировка матрицы, а именно:

Найдены суммы элементов каждого столбца

$$S_j = a_{1j} + a_{2j} + \dots + a_{8j}, j=(1,8),$$

которые были использованы для получения  $A_{ij} = a_{ij}/S_j$  и средних значений для каждой строки (каждого критерия), представленных в табл. 3.

Полученный столбец задает «веса» критериев с точки зрения поставленной цели. Этот столбец является весовым столбцом критериев по цели. Таким образом, на данном этапе получаем промежуточный вывод (табл. 4).

**Таблица 4 - Промежуточный вывод**

	Вес в долях	Вес в %
$k_1$	0,17685081	17,69%
$k_2$	0,17672393	17,67%
$k_3$	0,20111252	20,10%
$k_4$	0,1335563	13,30%
$k_5$	0,08903403	8,90%
$k_6$	0,0666995	6,70%
$k_7$	0,04459266	4,50%
$k_8$	0,11143026	11,14%
		100,00%

С точки зрения удовлетворения нашей цели наиболее весомым является критерий  $k_3$  (20,10%), далее следует критерий  $k_1$  (17,69%), потом идут критерии  $k_2$  (17,67%) и  $k_4$  (13,30%). Остальные веса критериев для ЛЦ имеют наименьшие весовые коэффициенты, в сумме составляющие всего 31,24%. Полученный результат вполне согласуется с описанными выше особенностями рассматриваемого участка коридора.

Для построения матрицы попарных сравнений предлагаемых местоположений ЛЦ, необходимой для решения задачи выбора местоположения ЛЦ, использована следующая качественная шкала, с последующим преобразованием её в баллы[4]:

- равно, безразлично = 1
- немного лучше (хуже) = 3 (1/3)
- лучше (хуже) = 5 (1/5)
- значительно лучше (хуже) = 7 (1/7)
- принципиально лучше (хуже) = 9 (1/9)

При промежуточном мнении используются промежуточные баллы 2, 4, 6, 8.

**Таблица 3 - Средние значения для каждой строки**

$A_{ij}$	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	Ср. знач.
$k_1$	0.1329	0.2049	0.0541	0.2046	0.2045	0.2044	0.2045	0.2045	0.1768
$k_2$	0.1064	0.1821	0.2164	0.1814	0.1818	0.1820	0.1818	0.1818	0.1767
$k_3$	0.4654	0.1584	0.1893	0.1596	0.1591	0.1588	0.1591	0.1591	0.2011
$k_4$	0.0891	0.1366	0.1608	0.1364	0.1364	0.1363	0.1364	0.1364	0.1336
$k_5$	0.0585	0.0911	0.1078	0.0914	0.0909	0.0907	0.0909	0.0909	0.0890
$k_6$	0.0438	0.0674	0.0814	0.0682	0.0682	0.0682	0.0682	0.0682	0.0667
$k_7$	0.0293	0.0455	0.0548	0.0450	0.0454	0.0456	0.0454	0.0454	0.0446
$k_8$	0.0745	0.1138	0.1352	0.1132	0.1136	0.1138	0.1136	0.1136	0.1114

**Таблица 5 - Матрица весов альтернатив по каждому критерию**

	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$
ЛЦ <sub>1</sub>	0,3339	0,1741	0,2014	0,1412	0,1038	0,1038	0,1275	0,2824
ЛЦ <sub>2</sub>	0,0982	0,1033	0,0915	0,3628	0,6651	0,6651	0,6091	0,1202
ЛЦ <sub>3</sub>	0,5679	0,7225	0,7070	0,4959	0,2311	0,3042	0,2635	0,5973

В итоге получаем столбцы (векторы) весовых коэффициентов объектов сравнения с точки зрения соответствия отдельным критериям.

Рассмотрим первый критерий  $k_1$ . Результаты расчетов для него представлены ниже.

$k_1$	ЛЦ <sub>1</sub>	ЛЦ <sub>2</sub>	ЛЦ <sub>3</sub>	$k_1$	ЛЦ <sub>1</sub>	ЛЦ <sub>2</sub>	ЛЦ <sub>3</sub>
ЛЦ <sub>1</sub>	1	4	1/2	ЛЦ <sub>1</sub>	1	4	0,5
ЛЦ <sub>2</sub>	1/4	1	1/5	ЛЦ <sub>2</sub>	0,25	1	0,2
ЛЦ <sub>3</sub>	2	5	1	ЛЦ <sub>3</sub>	2	5	1
					3,25	10	1,7

$k_1$	ЛЦ <sub>1</sub>	ЛЦ <sub>2</sub>	ЛЦ <sub>3</sub>	Ср. знач.	$k_1$	Вес в долях	Вес в %
ЛЦ <sub>1</sub>	0,307692308	0,4	0,2941176	0,33394	ЛЦ <sub>1</sub>	0,333937	33,39
ЛЦ <sub>2</sub>	0,076923077	0,1	0,1176471	0,09819	ЛЦ <sub>2</sub>	0,09819	9,81
ЛЦ <sub>3</sub>	0,615384615	0,5	0,5882353	0,56787	ЛЦ <sub>3</sub>	0,567873	56,80
							100,00

Таким образом, вектор весов объектов по критерию «ГРУЗОПОТОК» показывает, по этому критерию наиболее весомым является ЛЦ<sub>3</sub> (56,8%), далее следует ЛЦ<sub>1</sub> (33,4%), и наименее интересен ЛЦ<sub>2</sub> (9,8%). Если бы мы выбирали объект только по критерию «ГРУЗОПОТОК», то выбор уже сейчас был бы очевидным.

Аналогично были построены матрицы сравнений для альтернатив по критериям  $k_2, \dots, k_8$ . Итоговый результат расчетов представлен табл. 5.

Таким образом, были сформированы: вектор весов критериев (табл. 4) и матрица весов альтернатив по каждому критерию (табл. 5). Матрично умножая полученную матрицу на столбец получаем веса альтернатив с точки зрения достижения цели (табл. 6).

**Таблица 6 - Результат расчетов**

	Вес в долях	Вес в %
ЛЦ <sub>1</sub>	0,207	20,7%
ЛЦ <sub>2</sub>	0,237	23,7%
ЛЦ <sub>3</sub>	0,556	55,6%
		100%

Таким образом, выбор ЛЦ<sub>3</sub> является наиболее привлекательным для достижения поставленной цели. В результате сформирован логистический подход, построенный на принципах комплексности, который может быть взят за основу в ходе строительства ЛЦ в г. Лашо в Северном транспортном коридоре Мьянмы. Данная методика может быть рекомендована к использованию при составлении государственной программ по развитию промышленности и транспортно-логистической инфраструктуры регионов, а также при принятии крупными компаниями решений об инвестировании в развитие логистической отрасли.

**Литература:**

1. Florento, H., and M. I. Corpuz. 2014. Myanmar: The Key Link between South Asia and Southeast Asia. ADBI Working Paper 506. Tokyo: Asian Development Bank Institute. Available. <http://www.adbi.org/workingpaper/2014/12/12/6517.myanmar.key.link.south.southeast.asia/> (Дата обращения 15.12.2016 года).
2. <http://www.commerce.gov.mm/en/dobt/border-trade-data> (Дата обращения 31.03.2017 года).
3. Размещение региональных логистических центров: монография / А.Н. Рахмангулов, О.А. Копылова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2015. 172 с
4. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1993. — 278 с.