

## ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗИТИВНЫХ СТРУКТУРНЫХ СДВИГОВ В ПРЕДЛОЖЕНИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ПРОДУКТОВ

Мартышенко С.Н.<sup>1</sup>, Мартышенко Н.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Владивосток, Россия (690014, Владивосток, Гоголя, 41), e-mail: sergey.martishenko@vvsu.ru

При разработке инвестиционных предложений необходимо рассматривать комплексы инвестиционных проектов. Комплексность проектов особенно необходима при планировании развития такой отрасли как туризм. Основной информацией для предложенной оптимизационной модели является информация о состоянии предприятий туристского комплекса и информация, характеризующая поведение потребителей на момент выработки стратегии развития или взаимодействие потребителей с предприятиями обслуживающими туристский комплекс региона. В качестве критерия выбора проектов из портфеля предложений используется сумму квадратов разности отклонений частотных рядов смежных сегментов потребления, характеризующих структуру их потребления по группам предприятий и уровням обслуживания. Приводится алгоритм решения нелинейной оптимизационной модели выбора проектов. Представлен числовой эксперимент, доказывающий возможность использования вместо сложной квадратичной функции ее линейного приближения.

Ключевые слова: туристский рынок, сегментирование рынка, оптимизационная модель, инвестиционная политика, критерий эффективности

## OPTIMISING MODEL OF FORMATION POSITIVE STRUCTURAL SHIFTS IN OFFER OF REGIONAL TOURIST-RECREATIONAL PRODUCTS

Martyschenko S.N.<sup>1</sup>, Martyschenko N.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vladivostok state university economy and service, Vladivostok, Russia (690014, Vladivostok, street Gogol, 41), e-mail: e-mail: sergey.martishenko@vvsu.ru

By working out of investment offers it is necessary to consider complexes of investment projects. Integrated approach of projects is especially necessary at planning of development of such branch as tourism. The basic information for the offered optimization model is the information on a condition of the enterprises of a tourist complex and the information characterizing behavior of consumers at the moment of development of strategy of development or interaction of consumers with the enterprises serving tourist complex of region. As criterion of a choice of projects from a portfolio of offers it is used the sum of squares of a difference of deviations of frequency numbers of adjacent segments of the consumption characterizing structure of their consumption on groups of the enterprises and degrees of service. The algorithm of the decision of nonlinear optimization model of a choice of projects is resulted. The numerical experiment proving possibility of use instead of difficult square-law function of its linear approach is presented.

Keywords: tourist market, market segmentation, optimization model, investment policy, criterion of efficiency

Инвестиции являются основой экономического развития регионов. В настоящее время среди новых приоритетов развития экономики России выбраны регионы Дальнего Востока и Сибири. Развитию теоретических положений разработки инвестиционной политики регионов посвящено множество публикаций, среди которых можно выделить работы, посвященные развитию Дальнего Востока и Сибири [1, 2, 10].

При разработке инвестиционных предложений необходимо рассматривать комплексы инвестиционных проектов. Комплексность проектов особенно необходима при планировании развития такой отрасли как туризм [5]. В настоящее время недостаточно научных разработок по обоснованию инвестиционной деятельности в такой отрасли как

туризм. Учитывая важность проблемы развития туристского сектора экономики регионов Дальнего Востока, богатых уникальными природными ресурсами, проблему формирования инвестиционной политики развития туризма необходимо признать весьма актуальной.

При формировании портфеля проектов необходимо рассматривать проекты, рассчитанные на их реализацию в течение определенного периода.

Предлагаемая к рассмотрению в данной работе модель позволяет разрабатывать инвестиционную стратегию на более среднесрочную и короткую перспективу. Туристский бизнес должен быстро окупаться и приносить прибыль.

Необходимо принимать такие инвестиционные решения, которые бы позволяли наиболее эффективно использовать имеющийся туристско-рекреационный потенциал региона и создавали бы такую систему предложения, которая в наибольшей степени учитывала бы сложившуюся структуру и тенденции спроса на туристскую продукцию.

Основной информацией для предложенной оптимизационной модели является информация о состоянии предприятий туристского комплекса и информация, характеризующая поведение потребителей на момент выработки стратегии развития или взаимодействие потребителей с предприятиями комплекса.

Предполагается, что из всех предприятий, обслуживающих туристов, выбрано  $s$  групп предприятий, специализирующихся на оказании определенных видов услуг. Обозначим  $r = 1, 2, \dots, s$  – номер группы предприятий. Как правило, такие предприятия предоставляют услуги, которые различаются по уровню качества или классу (разряду) обслуживания. Разный уровень обслуживания предполагает и разную стоимость услуг.

Для каждой  $r$ -й группы предприятий сервиса известно количество уровней качества обслуживания  $l_r$ . Разряды услуг тоже можно упорядочить по номеру  $h_r = 1, 2, \dots, l_r$ . С каждым разрядом услуги можно сопоставить четыре показателя:

$c_{rh_r}(q = \overline{1, k}, r = \overline{1, s}, h_r = \overline{1, l_r})$  – средняя стоимость услуг  $r$ -й группы предприятий с уровнем обслуживания  $h_r$ ;

$m_{rh_r}(q = \overline{1, k}, r = \overline{1, s}, h_r = \overline{1, l_r})$  – количество потребителей, которое могут обслужить предприятия  $r$ -й группы по разряду  $h_r$  (мощность);

$m'_{rh_r}(q = \overline{1, k}, r = \overline{1, s}, h_r = \overline{1, l_r})$  – количество потребителей, фактически обслуживаемых предприятиями  $r$ -й группы по разряду  $h_r$ ;

$v_{rh_r}(r = \overline{1, s}, h_r = \overline{1, l_r})$  – средний коэффициент загрузки производственных мощностей предприятий  $r$ -й группы с уровнем обслуживания  $h_r$ .

$$m'_{rh_r} = v_{rh_r} m_{rh_r}. \quad (1)$$

Предлагаемый спектр услуг покупается потребителями. Однако потребители по своей сути неоднородны, они различаются как по возможностям потребления, так и по стилю жизни, побуждающему их к потреблению. Поэтому прежде, чем строить планы по наиболее полному удовлетворению потребителей, необходимо выделить среди них однородные группы, сходные по спектру и уровню потребляемых услуг.

На этапе разработки модели можно предполагать, что задача сегментирования потребителей решена. В результате ее решения, кроме описания сегментов, должны быть оценены объемы сегментов или количество потенциальных потребителей, составляющих сегменты:  $n_1, n_2, \dots, n_q, \dots, n_k$ , где  $q = 1, 2, \dots, k$  – номер сегмента потребителей,  $k$  – количество сегментов. Отношение представителей  $q$ -го сегмента к услугам, предоставляемым  $r$ -й группой предприятий, можно характеризовать частотным рядом  $(p_{qr1}, p_{qr2}, \dots, p_{qrh_r}, \dots, p_{qrl_r})$ :

$$\sum_{h_r=1}^{l_r} p_{qrh_r} = 1. \quad (2)$$

Таким образом, для описания одного сегмента потребителей используется  $s$  частотных рядов. Все частотные ряды в разрезе сегментов потребителей и групп предприятий составляют матрицу, характеризующую рынок потребителей и их отношения к спектру предпочитаемых ими услуг. Частотные ряды являются оценкой фактических затрат потребителей, которые они несут, пользуясь услугами различных групп предприятий.

Оценить параметры  $p_{qrh_r}$  ( $q = \overline{1, k}, r = \overline{1, s}, h_r = \overline{1, l_r}$ ) можно в результате маркетинговых исследований. Эти оценки являются относительными величинами. Для записи математической модели удобней оперировать с абсолютными величинами.

Поэтому введем в рассмотрение оценки  $f_{qrh_r}$  ( $q = \overline{1, k}, r = \overline{1, s}, h_r = \overline{1, l_r}$ ), которые определяют число потребителей в абсолютных единицах (количество человек). Расчет оценок  $f_{qrh_r}$  можно произвести по формуле:

$$f_{qrh_r} = n_q p_{qrh_r}. \quad (3)$$

Таким образом, для каждого сегмента потребителей можно рассчитать показатель  $C_q$  – средние затраты потребителя, складывающиеся в процессе потребления услуг всего комплекса предприятий, обслуживающего туристский бизнес:

$$C_q = \sum_{r=1}^s \Pi_{qr} = \sum_{r=1}^s \left( \sum_{h_r=1}^{l_r} c_{rh_r} p_{qrh_r} \right), \quad (4)$$

где  $\Pi_{qr}$  – средние затраты потребителей  $q$ -го сегмента на приобретение товаров и услуг  $r$ -й группы предприятий.

Предполагается, что целью формирования политики развития туристского комплекса региона является выбор оптимального набора проектов из портфеля бизнес-проектов, который можно интерпретировать как серию предложений по созданию новых объектов, обслуживающих туристов,  $A_1, A_2, \dots, A_t, \dots, A_T$ , где  $t = 1, 2, \dots, T$  – номер проекта.

С реализацией каждого проекта связаны определенные затраты  $W_1, W_2, \dots, W_t, \dots, W_T$ . Каждый проект рассчитан на обслуживание определенного количества потребителей (мощность предприятия в плановом периоде):  $a_1, a_2, \dots, a_t, \dots, a_T$ . Условия проекта всегда предполагают определение вида услуг и уровня обслуживания (одного или нескольких). Другими словами, по условиям проекта каждому из них можно сопоставить свои индексы соответствия  $r$  и  $h_r$  ( $r$  – номер группы предприятия,  $h_r$  – уровень или разряд услуг), что можно записать следующим образом:

$$a_t = a_t(r_t, h_t). \quad (5)$$

Объем средств на реализацию проектов, нацеленных на развитие комплекса, всегда ограничен. Пусть общий объем распределяемых средств будет равен  $W_0$ .

Теперь задачу определения стратегии развития туристского комплекса можно рассматривать как оптимизационную. Иначе говоря, задачу выбора из портфеля предложений такого набора проектов в пределах имеющихся средств  $W_0$ , реализация которого должна привести комплекс к требуемым структурным изменениям и экономическому росту региона.

Существуют различные подходы выбора критериев формирования рационального пакета инвестиционных критериев [5, 8, 11].

Сформулируем содержательный смысл одного из возможных вариантов критерия. Для этого произведем серию логических рассуждений.

Предлагаемый критерий основан на том, что в основе сегментирования потребителей лежит уровень их затрат по всем рассматриваемым видам предприятий. Грубо говоря, предполагается наличие малоимущих, среднего класса и очень богатых.

Предположим, что к моменту реализации проектов прогнозируются изменения в уровне доходов представителей сегментов. Будем рассчитывать на положительную тенденцию. Это предположение мы определим, как **первую гипотезу**.

Если не принять такую гипотезу, то как можно рассчитывать на экономический эффект от ввода новых объектов сферы услуг, когда при падении уровня жизни нагрузка на действующие предприятия уменьшится. На момент ввода новых проектов мы можем ожидать различный рост экономического благосостояния для различных сегментов потребителей.

Предположим, прогнозируется, что каждый сегмент по мере роста благосостояния потребителей, из которых он состоит, сможет увеличить свои средние расходы на покупку

услуг  $C_q$  на величину  $D_q\%$  ( $q=1, 2, 3, \dots k$ ). Очевидно, мы можем полагать, что структура потребления зависит от уровня доходов, и структура расходов следующего сегмента более совершенна. Соответственно при повышении уровня доходов менее обеспеченные слои населения будут изменять структуру расходов не случайным образом, а устремятся к структуре расходов следующего по уровню благосостояния сегмента. Конечно, за рассматриваемый период большинство из них скорей всего не перейдут в следующий сегмент, но тенденция изменения структуры потребления будет выдержана. Такое предположение можно выделить как **вторую гипотезу**. Исключение составляет последний сегмент. Но для него структуру потребления можно считать оптимальной.

В качестве критерия выбора проектов из портфеля предложений можно использовать сумму квадратов разности отклонений частотных рядов смежных сегментов, характеризующих структуру их потребления по группам предприятий и уровням обслуживания.

$$\Delta = \sum_{q=1}^{k-1} \sum_{r=1}^s \theta_{qr} \sum_{h_r=1}^{l_r} \left( \check{\delta}'_{qrh_r} - \check{\delta}_{q+1rh_r} \right)^2 \rightarrow \min. \quad (6)$$

В этой формуле элементы частотных рядов, складывающиеся после ввода новых объектов, отмечены штрихом ( $\check{\delta}'_{qrh_r}$ ).

Весовые коэффициенты  $\theta_{qr}$ :

$$\theta_{qr} = \frac{\Pi_{qr}}{\sum_{r=1}^s \Pi_{qr}} \quad (7)$$

необходимы для того, чтобы отразить предпочтения товарам и услугам, предоставляемым каждой группой предприятий для отдельно взятого сегмента потребителей.

Такой критерий имеет социальную направленность. Оптимизируя структуру туристской отрасли, он способствует не столько развитию одного отдельного или группы предприятий, сколько созданию фундамента экономического роста всего региона. С содержательной точки зрения неизвестными переменными модели являются:

$\rho_t$  – бинарные переменные выбора проектов  $t = \overline{1, T}$ , которые имеют следующий смысл:

$$\rho_t = \begin{cases} 1, & \text{если проект } t \text{ выбирается из портфеля предложений } A_1, A_2, \dots, A_T. \\ 0, & \text{если проект не выбирается} \end{cases} \quad (8)$$

$x_{iq}$  – переменные, отражающие загрузку вновь вводимых предприятий ( $t = \overline{1, T}; q = \overline{1, k}$ ).

Переменные  $x_{iq}$  измеряются в абсолютных единицах – количество человек (потребителей), переменные  $\rho_t$  не имеют размерности и представляют собой коды.

Однако эти переменные не совсем удобны для записи математической модели и последующей программной реализации. Для удобства записи модели вводятся ряд вспомогательных переменных. В данной работе мы не будем рассматривать математическую запись системы ограничений. Поэтому рассматривать содержание дополнительных переменных задач не имеет смысла.

Систему ограничений рассмотрим на качественном уровне, определяя содержательный смысл основных ограничений оптимизационной задачи.

Для этого потребуется сформулировать следующую серию гипотез. Причем различные сочетания гипотез будут приводить к различным вариантам модели. В реальной ситуации необходимо подобрать такую модель, которая бы более адекватно описывала ситуацию. В качестве примера мы рассмотрим одну из возможных цепочек логического построения гипотез.

**Третья гипотеза.** Предполагается замкнутость системы потребления. Другими словами, потребители не могут поступать извне. Считается, что загрузка вновь вводимых предприятий происходит за счет перераспределения потребителей действующих предприятий. Эта гипотеза в дальнейшем может быть смягчена. Но на первых этапах построения модели она необходима.

**Четвертая гипотеза.** С вводом новых объектов потребители могут перераспределяться по уровням услуг в группе предприятий, но только в пределах своего сегмента, т.е. переход потребителей от сегмента к сегменту невозможен. Если разрешить переходы, то мы перейдем к другому классу моделей, для которых должны быть установлены иные правила выделения сегментов потребителей.

Для того чтобы частотные ряды распределения потребления не менялись очень резко, можно ввести ограничения, отражающие инерционность потребителей. Ее можно учесть, если для каждого элемента всех частотных рядов ввести некоторое пороговое значение  $\Delta\%$  допустимого изменения. Если взять  $\Delta\%$  очень маленьким, то может оказаться, что не все дополнительные средства будут истрачены. Для определения порогового значения можно произвести эксперимент.

**Пятая гипотеза.** Все вновь вводимые предприятия должны иметь такой же коэффициент загрузки, как и все существующие предприятия той же группы и уровня обслуживания. Предполагается, что с вводом новых предприятий изменится загрузка и ранее действующих предприятий.

**Шестая гипотеза.** Предполагается рост реальных доходов потребителей из различных сегментов на величину  $D_q\%$ . Сегмент самых обеспеченных потребителей не изменит структуру своих расходов.

Формализация гипотез приводит к системе ограничений оптимизационной задачи. Кроме того, система включает ограничение по объему инвестиционного фонда, ограничение на коэффициент загрузки предприятий после ввода новых объектов. Остальные ограничения необходимы для расчета промежуточных параметров модели и соблюдения балансных соотношений.

С математической точки зрения задача оптимизации инвестиций относится к классу нелинейных моделей со смешанными переменными (включая бинарные переменные выбора проектов). Сложность задачи такова, что она не может быть решена с помощью стандартных программных средств. Поэтому для ее решения нами был разработан специальный алгоритм, который был реализован в среде Excel. Апробация программы производилась на контрольных примерах реальной размерности.

Рассмотрим основные элементы алгоритма (рис. 1).

Алгоритм позволяет произвести декомпозицию общей задачи на отдельные подзадачи с линейными целевыми функциями.

В алгоритме можно выделить два ключевых момента.

Во-первых, из модели исключаются бинарные переменные, которые задают выбор проектов. Это достигается направленным перебором допустимых максимальных комбинаций проектов. Максимальными называются комбинации, которые не могут быть расширены за счет включения новых проектов в силу ограничения общего объема средств, выделенных на реализацию всех проектов. На практике список таких комбинаций не так уж и велик. За исключение бинарных переменных приходится платить тем, что для каждой допустимой комбинации бинарных переменных необходимо решать более простую оптимизационную задачу.

$$\begin{aligned} \Delta &= \sum_{q=1}^{k-1} \sum_{r=1}^s \theta_{qr} \sum_{h_r=1}^{l_r} (\delta'_{qrh_r} - \delta_{q+1rh_r})^2 = \\ &= \sum_{q=1}^{k-1} \sum_{r=1}^s \theta_{qr} \sum_{h_r=1}^{l_r} (\delta'_{qrh_r} - \delta_{q+1rh_r})(\delta'_{qrh_r} - \delta_{q+1rh_r}) \end{aligned} \quad (9)$$

В формуле (9) параметры  $\delta'_{qrh_r}$  являются искомыми переменными, а  $\delta_{q+1rh_r}$  входят в состав исходных данных. На практике, резких изменений структуры потребления сегментов не наблюдается. Поэтому один член произведения в формуле (9) можно заменить его приближением  $\pi_{qrh_r}$  :

$$\pi_{qrh_r} = p_{qrh_r} - \delta_{q+1rh_r} \quad (10)$$

Параметры  $\pi_{qrh_r}$  выражаются через известные величины. Поэтому после введения подстановки  $\pi_{qrh_r}$  целевая функция (9) приобретает линейный вид.

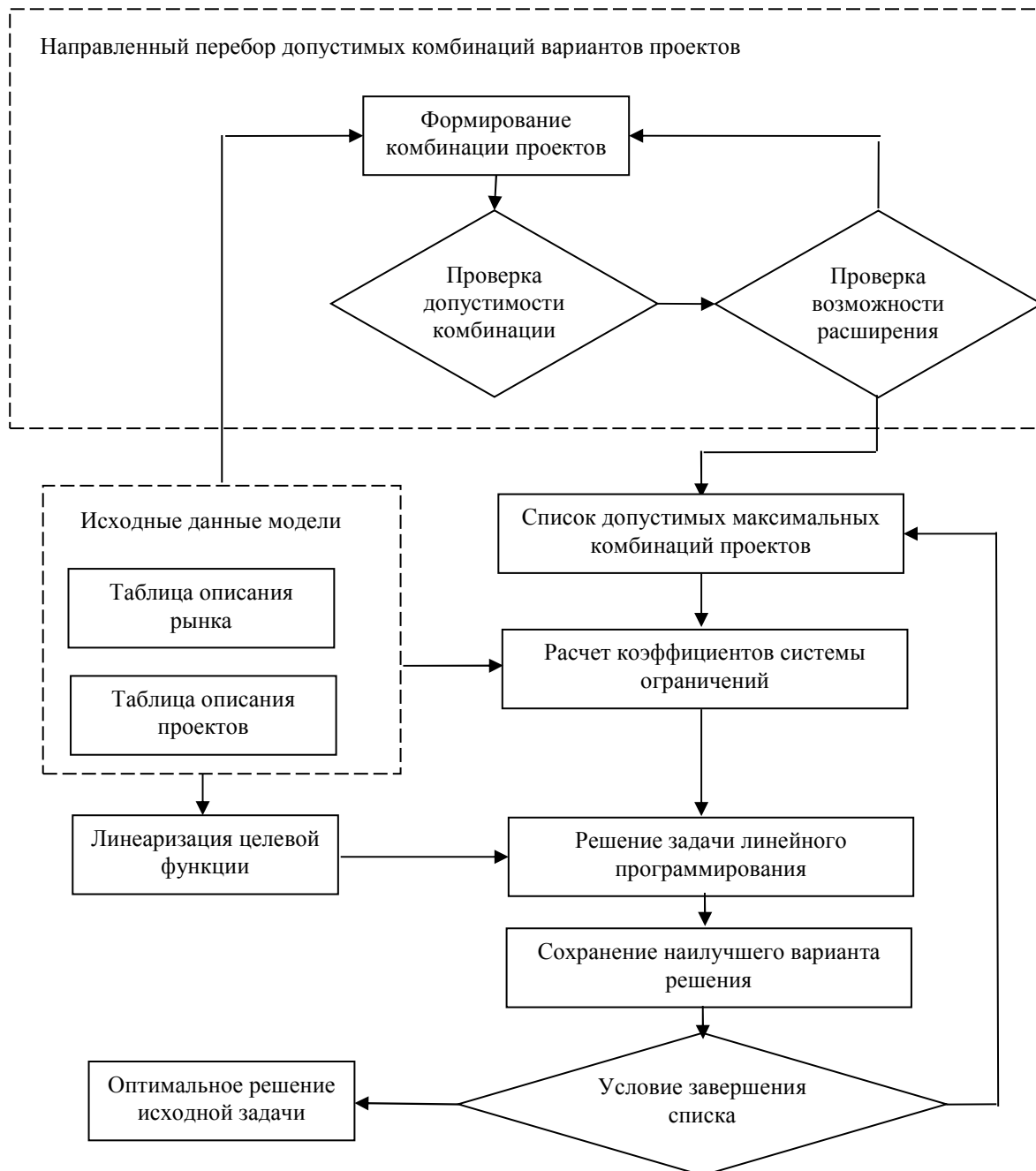


Рис. 1. Алгоритм решения оптимизационной задачи отбора проектов

Продemonстрируем близость двух функций на числовом примере. Рассмотрим два частотных ряда  $p_{qrh_r}$  и  $\delta_{q+1rh_r}$ . Эти частотные ряды входят в состав исходных данных общей задачи. Числовые значения примера представлены в табл. 1. Частотные ряды заданы частотами семи интервалов. В последней строке таблицы представлены разности двух частотных рядов.



### Частотные ряды потребления $r$ -ой услуги двух соседних сегментов

Частотные ряды	Компоненты частотных рядов							Сумма
	1	2	3	4	5	6	7	
$P_{qrh_r}$	0,1	0,3	0,4	0,15	0,05	0,0	0,0	1
$\check{\delta}_{q+1rh_r}$	0,0	0,0	0,05	0,1	0,5	0,25	0,1	1
Разность $\pi_{qrh_r}$	0,1	0,3	0,35	0,05	-0,45	-0,25	-0,1	0

Графическое представление частотных рядов дано на рис. 2. Из рис. 2 видно, что структура потребления представителей двух сегментов значительно отличаются.

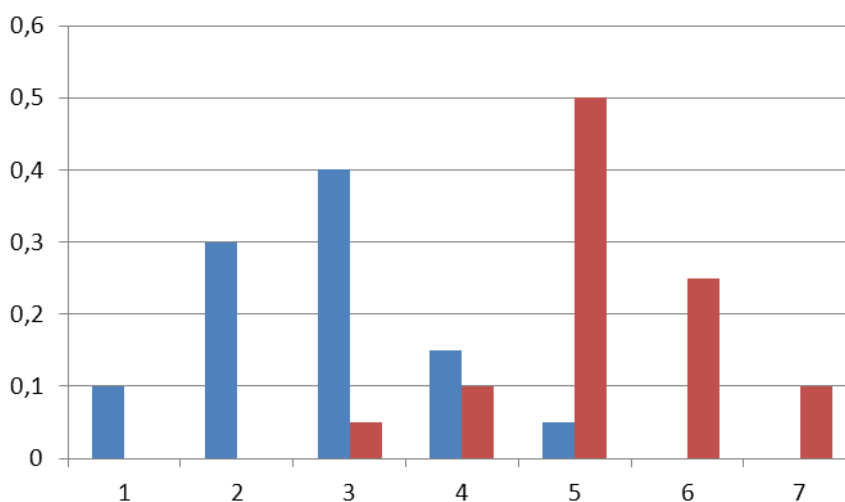


Рис. 2. Структура потребления двух соседних сегментов

Для анализа решений были выбраны 8 возможных вариантов решения задачи. Варианты решений представлены в табл. 2. Варианты решений представляют собой промежуточные частотные ряды при изменении исходного ряда одного сегмента в направлении частотного ряда следующего сегмента (положительные сдвиги). Для каждого варианта были рассчитаны два критерия оптимальности. Первый критерий – квадратичная функция, второй критерий - приближенная линейная функция.

Значения обоих критериев для вариантов решений изображены на одном графике (рис. 3).

Числовой эксперимент доказывает возможность использования вместо сложной квадратичной функции ее линейного приближения. Важным преимуществом такой замены критерия является существенное упрощение модели, что позволяет без особых трудностей решать множество задач.

Таблица 2

Значения критериев для различных вариантов решения задачи

Варианты решений	Частотные ряды по вариантам решений							Критерий 1	Критерий 2
	0,05	0,2	0,2	0,25	0,25	0,05	0,0		
1	0,05	0,2	0,2	0,25	0,25	0,05	0,0	0,191	0,279
2	0,0	0,1	0,28	0,34	0,25	0,03	0,0	0,200	0,298
3	0,0	0,2	0,25	0,3	0,2	0,05	0,0	0,241	0,300
4	0,1	0,2	0,25	0,25	0,15	0,05	0,0	0,260	0,335
5	0,0	0,2	0,26	0,34	0,15	0,05	0,0	0,285	0,365
6	0,05	0,1	0,4	0,25	0,15	0,05	0,0	0,314	0,363
7	0,05	0,1	0,4	0,25	0,1	0,05	0,05	0,330	0,383
8	0,0	0,1	0,26	0,28	0,25	0,05	0,06	0,360	0,400

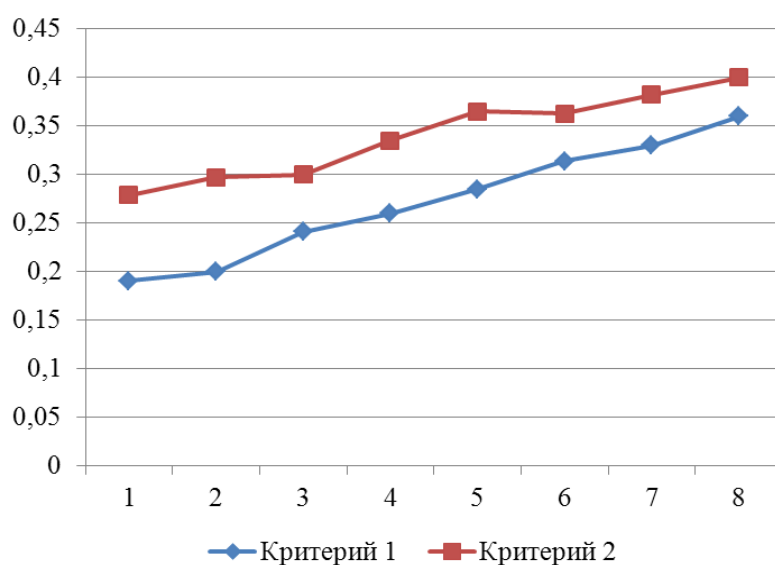


Рис. 3. Значения двух критериев для различных вариантов решений

### Заключение

Развитие туризма требует концентрации значительных финансовых средств, которые могут быть привлечены за счет включения в долгосрочные программы социально-экономического развития региона. Охрана окружающей среды, памятников культурно-исторического наследия должно отнести к компетенции государственных органов.

Программы развития туристской отрасли региона должны разрабатываться на основе масштабных исследований туристского рынка и не носить характер компании. Обоснование программ должно производиться на основе фундаментальных научных положений. Основное развитие должны получить направления, которые пользуются наибольшим спросом на внутреннем и внешнем туристских рынках. [6, 7]. Новая программа развития не может строиться с нового листа. Должны быть проанализированы положительные и отрицательные стороны прошлых проектов. [3, 4]

### Список литературы

1. Вижина И.А., Кин А.А., Харитонов В.Н. Проблемы государственно-частного партнерства в стратегических проектах севера // Регион: Экономика и Социология. 2011. – № 4. – С. 152-175.
2. Гранберг А.Г., Михеева Н.Н., Суслов В.И., Новикова Т.С., Ибрагимов Н.М. Результаты экспериментальных расчетов по оценке эффективности инвестиционных проектов с использованием межотраслевых межрегиональных моделей // Регион: Экономика и Социология. – 2010. – № 4. – С. 45-72.
3. Кибалов Е.Б., Кин А.А. Проблема учета фактора неопределенности при оценке ожидаемой эффективности крупномасштабных инвестиционных проектов // Регион: Экономика и Социология. – 2007. – № 3. – С. 67-91.
4. Кибалов Е.Б., Кин А.А. Учет фактора неопределенности при оценке эффективности крупномасштабных регионально-транспортных проектов: структурно-институциональный подход // Регион: Экономика и Социология. – 2014. – № 2 (82). – С. 81-94.
5. Мартышенко Н.С. Инвестиционные стратегии в региональном туристском комплексе: оптимизационный подход // Пространственная экономика – 2011. – №4. С. 146–159.
6. Мартышенко Н.С. Исследование структуры потребления туристских услуг по турам Владивосток - Китай // Практический маркетинг. – 2010. – №5(159). С. 24–32.
7. Мартышенко Н.С. Экологический туризм – важнейшее направление развития международного туризма в Приморском крае // Российский журнал экотуризма. – 2012. – № 3. – С. 34-38.
8. Мартышенко Н.С., Мартышенко С.Н. Оптимизация структуры инвестиций в региональные туристические проекты // Регион: экономика, социология – 2008. – №3. . – С. 23-32.
9. Межов С., Нежинский О. Инвестиционные стратегии и оценка их эффективности // Проблемы теории и практики управления. – 2013. – № 5. – С. 101-106.
10. Мельникова Л.В. Оценка географических направлений инвестиционных потоков // Регион: Экономика и Социология. . – 2010. . – № 3. – С. 81-101.
11. Нильга О.С., Егорочев С.В., Зенищева Г.В. Способ оптимизации дохода инвестиционных программ // Экономика и менеджмент систем управления. – 2013. – Т. 9. – № 3.1. – С. 210-217.

**Рецензенты:**

Латкин А.П., д.э.н., профессор, директор института подготовки кадров высшей квалификации ВГУЭС, г. Владивосток;

Ембулаев В.Н., д.э.н., профессор кафедры Математики и моделирования ВГУЭС,  
г. Владивосток.