

Сапарова Гульмира Баатыровна – к. ф.– м. н.,  
доцент,  
Исламбек уулу Мунарбек - магистрант,  
Ошский технологический университет  
gulya141005@mail.ru

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ИНДУСТРИИ КЫРГЫЗСТАНА**

*В данной статье рассматриваются различные модели развития туризма в нашей республике.*

*Ключевые слова: туризм, модели, математические, рекреация, регрессионные, оптимизация, факторы, дестинация*

Сапарова Гульмира Баатыровна – к. ф.– м. н.,  
доцент,  
Исламбек уулу Мунарбек, магистрант,  
Ош технологиялык университети

## **КЫРГЫЗСТАНДАГЫ ТУРИСТИК ИНДУСТРИЯНЫН ОНУГУШУУНУН МАТЕМАТИКАЛЫК МОДЕЛИ**

*Бул макалада биздин республикада туризмдин онугушуунун моделдерине арналган.*

*Ачкыч сөздөр: туризм, модель, математикалык, рекреация, регрессиондук, туруктуулук, оптимизация*

Saparova Gulmira Baatyrekovna, candidate of physics  
and mathematical science, associate professor,  
Islambek uulu Munarbek - graduate student,  
Osh Technological University

## **MATHEMATICAL MODELS OF THE TOURIST INDUSTRY DEVELOPMENT KYRGYZSTAN**

*This article is devoted to analytical modeling of tourism development in our republic.*

*Keywords: tourism, model, mathematical, recreation, regression, stability, optimization*

Для решения проблем туристической индустрии необходима разработка и применение математических моделей и методов. В Кыргызстане такие исследования и применения математических методов и моделей для принятия управленческих решений в сфере туристической индустрии практически не представлены и не имеют системного характера. Главными задачами развития и существования туристической отрасли, решаемые с применением математического моделирования, являются:

- Экономическая оценка туристических ресурсов;
- Оценка ключевых факторов, влияющих на величину туристского потока;
- Развитие и размещение сети туристических предприятий;
- Моделирование резервирования гостиничных номеров.

Рассмотрим модели Касагранди и Ринальди. В 2002 году Р. Касагранди и С. Ринальди предложили теоретическую модель развития туризма, которые объединяют основные экологические и социальные факторы. Данная модель описывает взаимодействие между тремя переменными:

- количеством туристов  $T(t)$ , присутствующих в туристической зоне в момент времени  $t$ ;
- качеством экологии окружающей среды  $E(t)$ ;
- средствами  $C(t)$  для создания инфраструктуры туристских средств размещения и развлечений.

Изменение количества туристов  $T(t)$  зависит от интересов туристов, которое представляет собой разность между абсолютным значением развития конкретного туристического направления  $\alpha(T, E, C)$  и ожидаемым значением развития туристического направления в целом  $\beta$ . Ожидаемое значение  $\beta$  – это главное значение привлекательности, которое применяется как мера сравнения всех альтернативных туристических зон отдыха в данном рассматриваемом регионе. Абсолютное значение развития  $\alpha(T, E, C)$  состоит из суммы трех величин: качества окружающей среды, то есть экологии  $\beta_E(T, E, C)$ , развития инфраструктуры  $\beta_C(T, E, C)$ , и широкой рекламой, связанной с наполненностью туристами  $\beta_T(T, E, C)$ . Данные значения записываются в виде системы уравнений (1):

$$\begin{cases} \frac{dT}{dt} = T(\alpha(T, E, C) - \beta); \\ \alpha(T, E, C) = \beta_E(T, E, C) + \beta_C(T, E, C) + \beta_T(T, E, C). \end{cases} \quad (1)$$

Качество окружающей среды, то есть экологии  $\beta_E(T, E, C)$  и развития инфраструктуры  $\beta_C(T, E, C)$  моделируется с помощью функции Монода, а наполненность туристами, связанная с широкой рекламой, представляет линейную функцию, убывающую с ростом  $T$ . Данные функции даны в системе уравнений (2):

$$\begin{cases} \beta_E(T, E, C) = \frac{\gamma_E E}{E + f_E}; \\ \beta_C(T, E, C) = \gamma_C \frac{\frac{C}{T+1}}{\frac{C}{T+1} + f_C}; \\ \beta_T(T, E, C) = -\sigma T. \end{cases} \quad (2)$$

где  $\gamma_E$  – интерес туристов к окружающей среде, то есть к экологии при  $E \rightarrow \infty$ ,  $\gamma_C$  – развитая инфраструктура при  $C \rightarrow \infty$ ,  $f_E$  и  $f_C$  – константы полу-удовлетворения, то есть они представляют собой качество развития окружающей среды и инфраструктуры, которым туристы удовлетворены на половину от максимума.  $\sigma$  – коэффициент, скорости убывания привлекательности туристического региона при увеличении количества туристов.

Подставляя систему (2) в систему (1), получаем уравнение (3) для динамики роста туристов:

$$\frac{dT}{dt} = T \left( \frac{\gamma_E E}{E + f_E} + \gamma_C \frac{\frac{C}{T+1}}{\frac{C}{T+1} + f_C} - \sigma T - \beta \right) \quad (3)$$

Изменение величины качества окружающей экологии по времени вычисляется по формуле (4):

$$\frac{dE}{dt} = RE \left( 1 - \frac{E}{K} \right) - E(\tau C + \nu T) \quad (4)$$

где  $R$  – темп роста развития окружающей экологии,  $K$  – потенциальная емкость экологической системы,  $\tau, \nu$  – параметры, характеризующие силу отрицательного влияния туристов в данном туристическом регионе ( $T$ ) и наличия капитальных затрат на инфраструктуру ( $C$ ) на качество окружающей экологии соответственно.

Изменение капитальных средств во времени состоит из разности между инвестициями и постепенным снижением развития инфраструктуры, за счет его износа (5):

$$\frac{dC}{dt} = -\Delta C + \varepsilon T, \quad (5)$$

где  $\varepsilon T$  – инвестиции в инфраструктуру, которые зависят от количества туристов  $T$  и его инвестиционной ставки  $\varepsilon$ ;  $\Delta$  – темпы снижения развития инфраструктуры.

Модель Касагранди и Ринальди состоит из динамической системы (6), которая состоит из трех нелинейных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dT}{dt} = T \left( \frac{\gamma_E E}{E + f_E} + \gamma_C \frac{\frac{C}{T+1}}{\frac{C}{T+1} + f_C} - \sigma T - \beta \right) \\ \frac{dE}{dt} = RE \left( 1 - \frac{E}{K} \right) - E(\tau C + \nu T) \\ \frac{dC}{dt} = -\Delta C + \varepsilon T \end{cases} \quad (6)$$

где  $\gamma_E, f_E, \gamma_C, f_C, \beta$  – параметры, связанные с туристским потоком.  $R, K, \tau, \nu$  – параметры, связанные с качеством окружающей среды.  $\Delta$  – параметр, связанный с амортизацией туристической инфраструктуры. Особое значение имеет параметр  $\beta$  – которое представляет собой значение привлекательности туристами данной зоны,  $\varepsilon$  – характеризует инвестицию.

Исследователи Р. Касагранди и С.Ринальди провели очень результативный анализ и получили теоретические результаты, основанные на общих наблюдениях. Тем не менее, эти авторы признают, что три переменные не могут охватить все социальные, культурные и политические аспекты, в туристической политике.

Также исследователи Р.Джонстон и Т.Тиррелла построили динамическую модель устойчивого развития туризма, которая состоит из двух уравнений (7) и (8).

$$\int_0^{\infty} P(N, S) e^{-rt} dt \rightarrow \max \quad (7)$$

Это уравнение характеризует долгосрочную цель туристской индустрии, то есть величину устойчивой прибыли. Прибыль зависит от двух факторов, это от количества туристов  $N$  и от экологии данной туристической зоны  $S$ . Математическая функция  $P(N, S)$  – представляет прибыль туристической индустрии, цель – максимизация устойчивой прибыли ( $t$  – время,  $r$  – процентная ставка). Второе уравнение (8) имеет вид:

$$S' = m(S) - N \quad (8)$$

Уравнение (8) характеризует зависимость качества окружающей экологии от туристической деятельности, так как туристы являются причиной деградации экологии. Но тем не менее, благодаря естественным природным процессам, экология со временем восстанавливается. Данное уравнение описывает загрязнение экологии за период, включая негативное влияние туристов ( $N$ ) и положительный процесс естественной функции роста обновления  $m(S)$ . Изменение экологии  $S'$  может быть положительным, отрицательным или равным нулю. Окружающая экология считается устойчивым, то есть равным нулю, если не происходит никаких изменений.

Таким образом, все выше сказанные модели устойчивого развития туризма упрощены до минимума, так как в них мало учитываются факторы которые отражают реальную ситуацию. Цель всех этих моделей состоит в том, что они все представляют концепции устойчивого развития в формализованном математическом виде.

#### Литература:

1. **Зорин И.В.**, Туризм и отраслевые системы. Учебник для вузов туристического профиля. [Текст] / А.И. Зорин, Т.А. Ирисова // М., 2001.
2. **Максименко, С.В.** Туризм в Кыргызстане. [Текст] – Б., 2001.
3. **Алмакучуков, О.М.** Обзор ситуации в туристической отрасли Кыргызстана [Текст] / Б.:2002.
4. **Сапарова, Г.Б.** Методы, виды и сущность прогнозирования. [Текст] / Р.Маматова // Вестник. Ошского государственного университета. №1 – 2017
5. Статистический сборник. Туризм в Кыргызстане, Б.: Нацстатком КР, 2001.
6. Статистический сборник. Туризм в Кыргызстане, Б.: Нацстатком КР, 2003.