

ОЦЕНКА ТУРИСТИЧЕСКОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ГОРНОГО КУОРТА С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИИ ПОЛЕЗНОСТИ. МОДЕЛЬ МИГРАЦИИ ТУРИСТОВ

*Работа представлена кафедрой прикладной математики
Кубанского государственного университета.*

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, доцент В. В. Шаповаленко

В статье построена модель на основе уравнений диффузии, позволяющая определить концентрацию туристов в заданной точке, с учетом существующих благ. Для проведения численного анализа предложенной модели получена функция полезности на множестве благ, предоставляемых горным курортом.

The article presents the model on the base of diffusion equations, which allows defining the concentration of tourists in a given point taking into account the current benefits. In order to carry out a numerical analysis of the proposed model, the author obtains the utility function on the multitude of benefits provided by a mountain health resort.

В марте 2007 г. в Давосе проходил Всемирный экономический форум, в результате которого эксперты определили основные показатели, влияющие на туристическую привлекательность той или иной страны. Это: государственная политика в сфере туризма, национальные особенности, экология, безопасность, санитарные условия, цена отдыха, уровень отелей и профессионализм персонала, инфраструктура транспорта и связи и т. д. По аналогии с вышеперечисленными факторами определим факторы, влияющие на туристическую привлекательность горных курортов.

Выделим экологию как основной фактор. Следующим определяющим фактором является разнообразие и уровень санаторно-курортного и гостиничного продукта. В нашей работе мы вводим «коэффициент комфортабельности». Для «дикарей» он равен нулю, поэтому рассмотрение этого коэффициента для этого контингента туристов теряет смысл. Определим его исходя из минимальной стоимости за

проживание M_{\min} . Чем ближе этот коэффициент к единице, тем комфортабельней гостиница.

Третьим фактором примем наличие развлечений. Это канатная дорога, лыжи, подъемники, снегоходы, сноуборды в общем, широкий спектр спортивно-развлекательных услуг. Еще один фактор – экскурсии или походы, которые можно разделить на конные и пешие. А также множество исторических памятников и памятников архитектуры.

Ну и последним фактором хочется выделить национальный колорит. Отдыхающий на курорте обычно учитывает многие факторы. Общая оценка потребительской привлекательности (ρ) базируется на комбинации оценок каждого из факторов.

Наша задача состоит в том, чтобы определить функцию полезности в каждой точке пространства. Пространством в нашем случае является горный курорт. Таким образом, мы предлагаем представить агрегированную функцию полезности в следующем виде:

$$\rho(x, y, t) = c_1 \sum_{i=1}^3 \left(\sum_{j=1}^n \left(\left(1 - \frac{Z_{ij}(x, y, t)}{Z_{ij\max}(x, y)} \right) + \left(1 - \frac{Z_{ij}(x, y, t)}{Z_{ij\max}(x, y)} \right)^3 \right) \right) + \quad (1)$$

$$+ c_2 \sum_{i=1}^k \frac{M_i(x, y, t) - M_{\min}(t)}{M_i(x, y, t)} + c_3 \sum_{i=1}^n \frac{l_i'(x, y, t)}{l} + c_4 \sum_{i=1}^n \frac{l_i''(x, y, t)}{l},$$

где (x, y) – координаты точки пространства; c_i – коэффициенты полезности соответствующих факторов; Z_{ij} – вектора загрязненности воды воздуха и почвы различными отраслями; $Z_{ij\max}$ – максимально допустимое значение вектора загрязненности; M_i – стоимость проживания в i -й гостинице; M_{\min} – минимальная стоимость за проживание; l_i' – количество людей, посетивших соответствующее развлечение, из числа туристов в момент времени t на единице площади в точке с координатами (x, y) ; l_i'' – количество людей, посетивших соответствующий памятник, из числа туристов в момент времени t на единице площади в точке с координатами (x, y) .

С помощью коэффициентов полезности c_i мы имеем возможность проводить анализ поведения предпочтения туристов.

В этой формуле первое слагаемое является оценкой привлекательности состояния окружающей среды, второе – оценкой привлекательности комфортабельности санаторно-курортного комплекса, третье слагаемое – оценкой привлекательности фактора развлечений и четвертое – оценкой привлекательности различных памятников.

Далее представлена модель прогнози-

рования возможного распределения концентрации туристов.

Будем рассматривать распределение туристов на местности как «сплошную среду» и для описания плотности распределения введем функцию $N(x, y, t)$ – число туристов в момент времени t на единице площади в точке с координатами (x, y) .

Предположим, что движение туристов по местности при отсутствии стимулирующих воздействий беспорядочно. Если на территории имеются «блага», притягивающие туристов, то к неупорядоченному движению туристов добавляется их направленное движение в районы с большей плотностью этих благ.

«Блага», притягивающие туристов, могут быть разных видов и единиц их измерений. Поэтому для описания плотности распределения благ следует использовать суммарную полезность этих благ. Обозначим через $\rho(x, y, t)$ агрегированную полезность благ на единице площади в точке (x, y) и в момент времени t .

Для вывода уравнения изменения «концентрации» туристов временно введем вектор потока $W = (W_x(x, y, t), W_y(x, y, t))$ туристов в каждой точке местности.

Суммарный поток туристов будет равен:

$$W(x, y, t) = -\mu \operatorname{grad} N(x, y, t) + \nu N(x, y, t) \operatorname{grad} \rho(x, y, t), \quad (2)$$

где $\mu > 0$ – параметр, характеризующий «диффузионные» качества (непоседливость) туристической среды, $\nu > 0$ – некоторая постоянная.

Введем функцию $V(x, y, t)$, описывающую количество прибывающих туристов в

места с координатами (x, y) в момент времени t . Для простоты будем считать, что убытие туристов происходит по окончании времени их отдыха t_k .

Составим уравнение баланса концентрации туристов на элементе площади

$dx dy$ за время dt . Считая, что функции $N(x, y, t)$, $W(x, y, t)$ дифференцируемы,

можем это уравнение баланса преобразовать к виду

$$\frac{\partial N(x, y, t)}{\partial t} dt dx dy = V(x, y, t) dt dx dy - \frac{\partial W_x(x, y, t)}{\partial x} dx dy dt - \frac{\partial W_y(x, y, t)}{\partial y} dy dx dt.$$

Подставляя сюда (2), получим уравнение

$$\frac{\partial N(x, y, t)}{\partial t} = V(x, y, t) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu \frac{\partial N}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu \frac{\partial N}{\partial y} \right) - \frac{\partial}{\partial x} \left(v N \frac{\partial \rho}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(v N \frac{\partial \rho}{\partial y} \right). \quad (3)$$

Это уравнение изменения «концентрации» туристов.

В общем случае агрегированная функция полезности $\rho(x, y, t)$ зависит от «концентрации» туристов $N(x, y, t)$. В некоторых случаях полезность ρ может расти с ростом N , например при проведении фестивалей, спортивных соревнований и т. п. А в некоторых случаях ρ может уменьшаться с ростом N , например переполненность домов отдыха, гостиниц и т. п. В случае зависимости функции полезности $\rho(x, y, t)$ от «концентрации» туристов

$N(x, y, t)$ уравнение (3) является нелинейным.

В случае если величины $\mu, v, \rho_x = \partial \rho / \partial x, \rho_y = \partial \rho / \partial y$ – постоянные, а функция $V(x, y, t)$ специального вида, то уравнение (3) имеет аналитическое решение, которое можно использовать для приближенной оценки распределения туристов.

Рассмотрим этот случай подробнее. Предположим, что к началу сезона t_0 распределение имеющихся туристов $N_0(x, y)$ соответствует стационарному установившемуся решению уравнения (3), т. е.

$$\mu \left(\frac{\partial^2 N_0(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N_0(x, y)}{\partial y^2} \right) - v \rho_x \frac{\partial N_0(x, y)}{\partial x} - v \rho_y \frac{\partial N_0(x, y)}{\partial y} = 0. \quad (4)$$

Таким образом, предположим, что начальное распределение «концентрации» туристов $N(x, y, t_0) = N_0(x, y)$, где $N_0(x, y)$ удовлетворяет уравнению (4).

Далее предположим, что в момент времени t_0 в m пунктов с координатами $(x_i, y_i), i = 1, \dots, m$ прибыли туристы численностью $K_i, i = 1, \dots, m$. Такой режим прибытия туристов можно описать функцией

$$V(x, y, t) = \sum_{i=1}^m K_i \delta(r - r_i) \delta(t - t_0), \quad (5)$$

где $\delta(z)$ – дельта-функция Дирака, K_i – количество прибывших туристов в точку с координатами (x, y) в момент времени t_0 .

При этом предположении решение уравнения

$$\frac{\partial N}{\partial t} = \mu \Delta N - v \rho_x \frac{\partial N}{\partial x} - v \rho_y \frac{\partial N}{\partial y} + V(x, y, t), \quad (6)$$

являющегося частным случаем уравнения (3), имеет вид

$$N(x, y, t) = N_0(x, y) + \sum_{i=1}^m \frac{K_i}{4\pi\mu(t-t_0)} \cdot \exp \left[-(t-t_0) - \frac{[x-x_i - v\rho_x(t-t_0)]^2}{4\mu(t-t_0)} - \frac{[y-y_i - v\rho_y(t-t_0)]^2}{4\mu(t-t_0)} \right]. \quad (7)$$

Решение (7) позволяет спрогнозировать возможное распределение «концентрации» туристов.