

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В УПРАВЛЕНИИ РЕКРЕАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ

Башта А. И., кандидат экономических наук, профессор

В современных экономических условиях развития общества актуальной представляется деятельность, связанная с охраной природных рекреационных ресурсов, строительством новых рекреационных предприятий, развитием системы транспорта и связи в местах массового лечения, оздоровления и отдыха населения, обеспечением продовольствием, бытовыми и культурными услугами. Отсюда следует необходимость оптимальной организации рекреационных систем, повышения их пропускной способности, развития и оптимизации подсистемы автотуризма.

Основными проблемами, уже сегодня ожидающими своего решения, являются:

- проблема определения оптимальной вместимости крымской рекреационной системы и рационального распределения потока рекреантов по рекреационным зонам Крыма;
- проблема сезонности;
- проблема выявления источников сезонных трудовых ресурсов;
- проблема расселения работников, обслуживающих рекреационное хозяйство;
- проблема определения оптимальной экономической структуры населенных пунктов в рекреационном районе,
- транспортная проблема;
- проблема охраны окружающей среды при развитии и функционировании рекреационной системы;
- проблема рационального выбора организационных структур в рекреации.

В настоящее время рекреация и рекреационная деятельность являются предметом изучения ряда наук. Научное направление, занимающееся изучением рекреационной деятельности как таковой, предложено назвать рекреологией.

Рассмотрим использование методов оптимизации на примере подсистемы автотуризма.

В результате научной разработки исследована зависимость интенсивности поездок автотуристов от расстояния между областью – источником путешествия и пунктом назначения по эмпирическим данным, полученным в результате эксперимента с маршрутными карточками. Получено уравнение регрессии, связывающее число автомобилей y в потоке автотуристов с расстоянием (x):

$$y = a \exp(-bx)$$

Формализация рекреационной системы (РС) дана в виде четверки:

$$\langle R, S, P, T \rangle,$$

где R – множество рекреационных ресурсов;

S – рекреационная среда;

P – множество рекреационных процессов;

T – множество рекреантов.

Для общего случая поставлена задача нахождения, оценивания и оптимизации совокупного рекреационного эффекта

$$E = f(R, S, P, T)$$

Проведен анализ ряда подходов к выбору функций

$$f = f(R, S, P, T)$$

и соответствующих математических моделей оптимизации на основе методов целочисленного линейного программирования и систем дифференциальных уравнений.

Разработана и реализована на ЭВМ модель оптимального функционирования и развития системы автотуризма Крыма. Множество допустимых маршрутов было выявлено на основе опроса экспертов, что являлось первым этапом подготовки к моделированию поставленной задачи.

Задача состоит в построении оптимальной системы маршрутов, наилучшим образом удовлетворяющих рекреационные потребности автотуризма в нахождении интенсивностей

движения автотуристов по каждому маршруту с учётом ограничений по вместимостям туристских комплексов, пропускным способностям туристских объектов и коммуникаций, охране окружающей среды.

Для решения задачи построения системы допустимых маршрутов с оптимальной организацией их обслуживания разработана экономико-математическая модель. На первом этапе выделяется система допустимых (удовлетворяющих региональным ограничениям) маршрутов $z=1, 2, \dots, F$ номер z маршрута является его идентификатором. Пусть Y_r – множество пунктов i , входящих в маршрут z ; x_r – искомая интенсивность

движения групп рекреантов по маршруту z ; t_{ir} – время пребывания рекреантов в пункте i при следовании по маршруту z .

Целевой функцией модели является совокупный рекреационный эффект:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{r \in R_i} P_i(t_{ir}) x_r \rightarrow \max,$$

где $P_i(t_{ir})$ – получаемая экспертным путем оценка рекреационного эффекта, приобретенного рекреантом

в пункте i за время t_{ir} .

Ограничения:

$$\sum_{r \in R_i} x_r t_{ir} \leq q_i, \quad i = \overline{1, N}$$

(на вместимости рекреационных пунктов (не более q_i);

$$T_r^- \leq \sum_{r \in I_r} t_{ir} \leq T_r^+, \quad r = \overline{1, F}$$

(на продолжительность каждого из маршрутов);

$$\sum_{r \in R_i} x_r \leq h_i, \quad i = \overline{1, N}$$

(по пропускной способности всех пунктов (не более h_i рекреантов);

$$0 \leq t_{ir} \leq t_i, \quad i = \overline{1, N}$$

(по времени нахождения в каждом пункте);

$$\sum_{r \in I_i} P_i(t_{ir}) \geq P_2^-, \quad r = \overline{1, F}$$

(неравенства, "отфильтровывающие" маршруты с низким рекреационным эффектом; каждый маршрут в силу этого ограничения должен обладать оценкой эффекта не менее

P_2^-);

$$x_r t_{ir} \geq 0$$

Показано, как для случая $P_i(t_{is}) = P_i^* \cdot t_{ir}$

задача сводится к задаче линейного программирования (используется подстановка $y_{ir} =$

$x_r t_{ir}$; P_i^* – оценка рекреационного

эффекта в пункте в единицу времени).

Исходной информацией для построения системы маршрутов является матрица смежности $A = \|a_{ij}\|_{n \times n}$ между туристскими объектами i и j .

Для решения проблемы оптимальной организации системы автотуризма Крыма используется конкретная реализация описанной выше общей модели.

Задача решается в два этапа: 1) оценка туристских объектов (нахождение таких параметров, как аттрактивность λ_j , время осмотра (воздействия) τ_j пропускная способность h_j , допустимые маршруты; 2) нахождение оптимальной системы маршрутов, оптимального плана интенсивностей движения по маршрутам.

Модель оптимального распределения автотуристов имеет вид:

$$M = \sum_{r \in R_1} \gamma_r x_r + \sum_{r \in R_2} \gamma_r x_r \rightarrow \max$$

Целевой функцией модели является суммарная рекреационная ценность всех маршрутов, где γ_r – рекреационная ценность маршрута r ; x_r – искомое число рекреантов на маршруте r ; R_1 – множество 15-дневных маршрутов, R_2 – множество 7-дневных маршрутов.

Ограничения:

$$\sum_{r \in R_j^*} x_r \leq h_j, \quad j = \overline{1, N}$$

на пропускную способность туристских объектов, где h_j – максимальная пропускная способность объекта j ; R_j^* – множество маршрутов, включающих объект j ; $\sum_{r \in R_{ij}^*} x_r \leq A_{ij}$ на

пропускную способность дорог, где A_{ij} – пропускная способность дороги между объектами i и j ; R_{ij}^* – множество маршрутов, включающих дорогу (i, j) ;

$$\sum_{r \in R_{ij} \cup R_2} \tau_{sr} x_r \leq q_s, \quad s = \overline{1, m}$$

на емкости кемпингов, где q_s – максимальная вместимость кемпинга s ; τ_{sr} – время использования кемпинга s на маршруте r ;

$$\sum_{r \in R_j^*} \beta_r x_r \leq B_j, \quad j = \overline{1, n}$$

ограничения, учитывающие природоохранные аспекты, где B_j – предельная допустимая нагрузка на туристские объекты с учетом природоохранных объектов; β_r – природоохранный коэффициент на маршруте r (доля нагрузки на маршрут, при превышении которой уже возникает ущерб окружающей среде);

$$x_r \geq 0, \quad r = \overline{1, k}$$

на неотрицательность неизвестных x_r , где k – число маршрутов.

Построение и изучение моделей оптимизации РС позволяет заключить, что большинство из них сводится к задачам дискретного программирования. Решение задач дискретного программирования связано со сложным комбинаторным характером вычислений и значительным перебором вариантов. В этой связи предлагается метод, основанный на специфике рассматриваемых задач, позволяющий значительно сократить перебор. Для наиболее эффективного метода решения задач такого класса – метода ветвей и границ с использованием оценок решений вспомогательных задач линейного программирования без целочисленности

– рассмотрены подходы к ветвлению, использующие понятие релаксации – ослабления ограничений путем отбрасывания некоторых из них.

Реализация предложений по оптимальной организации системы автотуризма Крыма позволяет обеспечить значительный социальный, экономический и экологический эффект, обеспечит вовлечение в туристический оборот новых видов ресурсов и организаций новых форм туристской деятельности, увеличит валютные поступления от функционирования маршрутов. Разработанные экономико-математические модели могут найти применение и для других регионов в подсистемах автотуризма, а математический аппарат может быть адаптирован к другим подсистемам рекреационной деятельности.