

**Оптимизация работы службы приема гостей в разных режимах работы
предприятий бальнеологических курортных территорий
Краснодарского края: логистические аспекты**

*Тимиргалеева Р.Р., д.э.н., профессор
профессор кафедры «Компьютерных технологий и
информационной безопасности»*

*Гришин И.Ю., д.т.н., профессор
профессор кафедры «Компьютерных технологий и
информационной безопасности»*

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

e-mail: renatimir@gmail.com

Россия, Краснодар

В современных условиях большинство предприятий используют маркетинговую концепцию управления, в соответствии с которой главной целью маркетинга в данной индустрии является удовлетворение потребностей клиентов, что ведет к увеличению дохода предприятия [11, 12]. Однако, как показали результаты проведенных авторами исследований, невозможно достичь реальных успехов без оптимизации деятельности предприятий, эффективными инструментами которой являются логистика, системный подход, информационно-логистическое обслуживание, программно-целевой подход [2-5, 9]. Кроме этого, обеспечение эффективной деятельности предприятий туристско-рекреационной сферы (ТРС), в числе которых важное место занимают бальнеологические курортные предприятия, невозможно реализовать без учета взаимоотношений в социально-экономической системе «туристско-рекреационный регион», о чем достаточно обоснованно изложено авторами в работе [1]. Также не следует оставлять без внимания такой эффективный инструмент, как государственно-частное партнерство, применение которого направлено на развитие данного сектора экономики [7], а также наличие и качество природных лечебных ресурсов [8], с учетом имеющихся проблем и перспектив [10].

Несмотря на такое большое количество научного инструментария для решения проблем оптимизации и развития ТРС, опыта авторов в применении метода динамического программирования и принцип максимума в задачах оптимизации маркетинг-логистических решений [6], предлагаем решать эту задачу с помощью модели математического программирования. Допустим, что конкретное предприятия ТРС может предоставить определенные услуги для отдыхающих, которых можно разделить на определенные категории (сегментировать по тем или иным признакам). Т.к. количество возможных услуг является для предприятия ограниченным, известно какое количество и какого типа услуги могут быть предоставлены. Известны также затраты на ту или иную услугу, предоставляемую отдыхающим разной категории. Если

клиенты оплачивают отдельно каждую услугу, то известна, и цена на каждую из них. Если же в цену входят определенные услуги, то известна цена, которую оплачивает клиент за набор тех или иных услуг.

Эффект от полученных услуг примем в виде числа от 1 до 5. Для получения числового значения эффекта от полученной услуги следует провести анкетирование среди клиентов (разместить анкету либо в номере, либо в санаторной книжке и т.д.). Кроме того, следует провести и опрос сотрудников, предоставивших те или иные услуги определенной категории клиентов. Фактически получаем задачу стохастического программирования с целевой функцией, которая имеет математическое ожидание и детерминированную систему ограничений (М-модель). Вместе с тем, заменив случайные параметры их средними величинами, получим детерминированную задачу, решив которую получим приблизительное решение (решение «по средним»).

Итак, задача состоит в следующем. Определить количество клиентов каждой категории, которую может обслужить конкретное предприятие туристско-рекреационной сферы, чтобы общее количество предоставленных услуг определенного типа не превышало заданной величины, суммарная прибыль от реализации услуг была бы не меньше запланированной величины и одновременно суммарный эффект от полученных услуг был бы наибольшим. Задача оптимизации работы службы приема гостей на предприятиях ТРС решается путем использования теории массового обслуживания, поскольку она представляет собой типичную систему массового обслуживания (СМО). Задача заключается в определении числа n регистраторов (каналов обслуживания) при потоке гостей с интенсивностью λ и средним временем обслуживания $\overline{t_{об}}$, чтобы время задержки обслуживания было не более 10 минут, а число регистраторов минимально.

Прежде чем использовать расчетные соотношения для СМО необходимо убедиться в том, что поток гостей является пуассоновским.

Если интервалы между приходом гостей подчиняются показательному распределению, то поток гостей будет пуассоновским. В течение $T=5,2$ (312) минут были зафиксированы $m=25$ интервалов между прибытием гостей (в минутах) 2,6; 3,9; 2,8; 4,4; 3,2; 7,5; 2,8; 8,5; 6,1; 60,9; 63,3; 51,6; 30; 14,5; 16,2; 25,0; 15,0; 27,5; 29,3; 8,1; 31,0; 45,0; 16,1; 4,2; 30,5.

Интенсивность потока $\lambda = \frac{m}{T} = \frac{25}{5,2} = 4,8$ 1/час, поэтому функция распределения будет иметь вид: $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$. Разбиваем T на 5 промежутков с вероятностями 0,2 попадания в них гостей, то есть находим их границы из условий $F(t_1) = 0,2$; $F(t_2) = 0,4$; $F(t_3) = 0,6$; $F(t_4) = 0,8$.

Из условия $1 - e^{-\lambda t} = p$ находим:

$$t = \frac{\ln(1-p)}{-\lambda} = \frac{\ln(1-p)}{-2,94}.$$

Для значений $p = 0,8; 0,6; 0,4; 0,2$ имеем:

$$t_1 = \frac{\ln 0,8}{-2,94} = 0,076 \text{ час (4,56 мин)};$$

$$t_2 = \frac{\ln 0,6}{-2,94} = 0,17 \text{ час (10,2 мин)};$$

$$t_3 = \frac{\ln 0,4}{-2,94} = 0,31 \text{ час (18,6 мин)};$$

$$t_4 = \frac{\ln 0,2}{-2,94} = 0,55 \text{ (33 мин)}.$$

В промежутках $0 \leq t < 4,56 \text{ мин}$, $4,56 \leq t < 10,2 \text{ мин}$, $10,2 \leq t < 18,6 \text{ мин}$, $18,6 \leq t < 33 \text{ мин}$, $t \geq 33 \text{ мин}$. Число соответствующих интервалов равно $v_1=7$, $v_2=4$, $v_3=4$, $v_4=6$, $v_5=4$. согласно выбору промежутков число интервалов, в них попадающих, равно $v_0=0,2*25=5$. Вычисляем для $5-1-1=3$ степеней свободы.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^5 \frac{(v_i - v_0)^2}{v_0} = \frac{1+1+1+1+2^2}{5} = 1,6$$

При уровне значимости $\alpha = 0,05$ значение $\chi_{кр}^2(0,05;3) = 7,8$. Т.к. $\chi^2 = 1,6 < \chi_{кр}^2$, то принимается гипотеза о показательном распределении величин интервалов, т.е. поток гостей является пуассоновским и можно использовать расчетные соотношения для этого типа потоков.

Для заданной интенсивности $\lambda = 4,8 \text{ 1/час} = 0,08 \text{ 1/ мин}$ (летний режим) среднего времени обслуживания клиента $t_{об}=10 \text{ мин}$ (интенсивность обслуживания $\mu = \frac{1}{t_{об}} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ 1/мин}$) числа администраторов соотношение

для характеристик СМО с неограниченной длиной очереди имеют вид:

1. Коэффициент (доля) занятых администраторов:

$$\bar{K} = \frac{\lambda}{\mu n} = \frac{\rho}{n},$$

где ρ - нагрузка администратора.

2. Среднее число гостей в очереди:

$$L_{оч} = \frac{\rho^{n+1} * P_0}{n * n! \left(1 - \frac{\rho}{n}\right)^2},$$

где вероятность отсутствия гостей:

$$P_0 = \left(1 + \frac{\rho}{1!} + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)}\right)^{-1}.$$

3. Среднее время ожидания в очереди:

$$T_{оч} = \frac{L_{оч}}{\lambda}, T_c = T_{оч} + \overline{t_{об}}$$

Предполагается, что $\frac{\rho}{n} = \frac{\lambda}{\mu n} < 1$, иначе очередь гостей неограниченно возрастает. Находим характеристики для $n=1$, имеем:

$$\rho_0 = 1 - \rho, L_{оч} = \frac{\rho^2}{(1-\rho)^2} * \rho_0 = \frac{\rho^2}{1-\rho} \quad T_{оч} = \frac{L_{оч}}{\lambda} = \frac{\rho}{\mu(1-\rho)}.$$

$$\text{т.к. } 1 - \rho, L_{оч} = \frac{\rho^2}{(1-\rho)^2} * \rho_0 = \frac{\rho^2}{1-\rho}, T_{оч} = \frac{L_{оч}}{\lambda} = \frac{\rho}{\mu(1-\rho)},$$

$$\text{т.к. } \rho = \frac{\lambda}{\mu} = 0,8, \text{ то } \bar{K} = 0,8, L_{оч} = \frac{0,8^2}{0,2} = 3,2, T_{оч} = \frac{3,2}{0,08} = 40 \text{ м}, T_c = 40 + 10 = 50$$

мин.

Для n=2 находим:

$$\rho_0 = \left(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2} + \frac{\rho^3}{2(2-0,8)} \right)^{-1} = \left(1 + 0,8 + \frac{0,8^2}{0,2} + \frac{0,8^3}{2 * 1,2} \right)^{-1} = 2,33^{-1} = 0,43;$$

$$L_{оч} = \frac{0,8^3 * 0,43}{4 * (1 - 0,4)^2} = 0,15; T_{оч} = \frac{0,15}{0,08} = 2 \text{ мин.};$$

$$\bar{K} = \frac{0,8}{2} = 0,4; T_c = 12 \text{ мин.}$$

Для n=3 находим:

$$\rho_0 = \left(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \frac{\rho^3}{3!} + \frac{\rho^4}{3!(3-0,8)} \right)^{-1} = 2,24^{-1} = 0,45 ;$$

$$\bar{K} = \frac{0,8}{3} = 0,27;$$

$$L_{оч} = \frac{0,8^4 * 0,45}{3 * 6 * (1 - 0,27)^2} = 0,2;$$

$$T_{оч} = \frac{0,02}{0,08} = 0,25 \text{ мин}; T_c = 10,3 \text{ мин.}$$

В межсезонье интенсивность потока гостей уменьшается в 1,5 раза до значения $\lambda = 0,05$. Расчеты для этого времени для n=1,2 дают следующие результаты:

$$\rho = \lambda \bar{t}_{оо} = 0,5, \text{ для } n=1 \quad L_{оч} = \frac{\rho^2}{1-\rho} = \frac{0,5^2}{0,5} = 0,5$$

$$T_{оч} = \frac{L_{оч}}{\lambda} = 10 \text{ мин}, \bar{K} = \rho = 0,5, T_c = 10 + 10 = 20 \text{ м}$$

$$\text{Для } n=2 \text{ имеем: } \rho_0 = \left(1 + 0,5 + \frac{0,5^2}{2} + \frac{0,5^3}{2 * 1,5} \right)^{-1} = 1,66^{-1} = 0,6$$

$$L_{оч} = \frac{0,5^3 * 0,6}{4(1 - 0,25)^2} = 0,033, T_{оч} = 0,7 \text{ мин}, \bar{K} = 0,25, T_c = 0,7 + 10 = 10,7 \text{ мин}$$

На практике имеются два типа гостей – льготная категория (инвалиды, гости с детьми, ветераны), 1-й тип и обычные гости (2-й тип). Дисциплина их обслуживания включает относительный приоритет 1-го типа гостей: гость первого типа обслуживается первым, если он первым стоит в очереди гостей его типа. Если гостей первого типа нет, то обслуживается первый из очереди гостей второго типа. Обслуживание любых гостей не прерывается. Предполагается, что потоки гостей являются пуассоновскими с

интенсивностями λ_1 и λ_2 , $\lambda_1 + \lambda_2 = \lambda$. Среднее время обслуживания гостей одинаково для всех и равно $\overline{t_{об}} = \frac{1}{\mu}$, закон их обслуживания имеет показательное распределение.

Очевидно, для гостей первого типа будет меньше время ожидания в очереди, для гостей второго типа оно увеличится. Необходимо оценить изменение величины времени ожидания для выбранного числа регистраторов $n=2$ для различных значений λ_1 и λ_2 и прежнего среднего времени обслуживания $\overline{t_{об}} = 10$ мин, $\lambda = 0,08$ 1/мин. При расчете $T_{оч}$ потоков с относительными приоритетами используются соотношения:

$$T_{оч1} = \frac{P}{n\mu(1-R_1)}, T_{оч2} = \frac{P}{n\mu(1-R_1)(1-R_2)} = \frac{T_{оч1}}{1-R_2}, \text{ где (с учетом } n=2\text{)}$$

$$R_1 = \rho_1 = \frac{\lambda_1}{n\mu}, R_2 = \rho_1 + \rho_2 = \frac{\lambda_1}{n\mu} = \rho, \rho = \frac{(n\rho)^2 \pi_0}{n!(1-\rho)}, \pi_0 = \left(1 + n\rho + \frac{(n\rho)^2}{2(1-\rho)}\right)^{-1}$$

Значения табулированы и даны в таблице

| | | | | | | | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ρ | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| P | 0,02 | 0,07 | 0,14 | 0,23 | 0,33 | 0,45 | 0,57 | 0,71 | 0,85 |

Находим $\lambda_1 = \lambda_2 = 0,5\lambda : \rho = 0,4; R_2 = 0,4; R_1 = 0,5 R_2 = 0,2; P = 0,23;$

$$\frac{1}{\mu} = 10 = \overline{t_{об}}; T_{оч1} = \frac{10 * 0,23}{2 * (1 - 0,2)} = 1,44 \text{ мин}, T_{оч2} = \frac{1,44}{1 - 0,4} = 2,4 \text{ мин}$$

Для $\lambda_1 = 0,2\lambda : R_2 = 0,4; R_1 = 0,2 * 0,4 = 0,08; P = 0,23$

$$T_{оч1} = \frac{10 * 0,23}{2 * (1 - 0,08)} = 1,25 \text{ мин}, T_{оч2} = \frac{1,25}{1 - 0,4} = 2,1 \text{ мин}, T_{c1} = 11,25 \text{ мин}, T_{c2} \text{ мин.}$$

В межсезонье $\lambda = 0,05$, $\rho = \lambda \overline{t_{об}} = 0,05 * 10 = 0,5$; время ожидания в очередях при $n=1$ равны:

$$T_{оч1} = \frac{R_1}{\mu(1-R_1)}, T_{оч2} = \frac{R_1 + R_2}{\mu(1-R_1)(1-R_2)}, \text{ где } R_1 = \frac{\lambda_1}{\mu}, R_2 = \frac{\lambda}{\mu} = \rho.$$

Для $\lambda_1 = \lambda_2 = 0,5\lambda$ имеем $R_2 = \rho = 0,5, R_1 = 0,5 R_2 = 0,25$

$$T_{оч1} = \frac{0,25 * 10}{(1 - 0,25)} = 3,3, T_{оч2} = \frac{10(0,5 + 0,25)}{(1 - 0,5)(1 - 0,25)} = 20$$

$T_{c1} = 13,3$ мин, $T_{c2} = 30$ мин.

$$\text{Для } \lambda_1 = 0,2\lambda : R_1 = 0,1; R_2 = 0,5; T_{оч2} = \frac{0,6 * 10}{(1 - 0,5)(1 - 0,1)} = 13,3 \text{ мин}, T_{c1} = 11,1 \text{ мин},$$

$T_{c2} = 23,3$ мин.

Поскольку во избежание бесконечной очереди должно выполняться условие $\rho < 1$, то из неравенства $\overline{t_{оч}} = 10 < 13$ следует, что изменение $\overline{t_{оч}}$ на 25% или $\frac{1}{\lambda}$ на-25 % потребует наличия двух администраторов непосредственно.

Этот факт также указывает на необходимость работы двух администраторов, что снижает риск долгих ожиданий в очередях при колебаниях интенсивностей потоков отдыхающих и обслуживания. В межсезонье при

уменьшении потока отдыхающих в 1,5 раза время ожидания в очереди 10 мин при одном администраторе будет приемлемым. Оно уменьшится при снижении загрузки предприятия ТРС более, чем в 1,5 раза; однако для $\rho > 0,5$ будет резко возрастать и для $\rho = 0,8$, как определено выше, становится неприемлемо большим. Поэтому требуется гибкий подход, учитывающий колебания потока отдыхающих в пределах 20% (изменение ρ от 0,5 до 0,8 составляет 60%).

Наличие приоритетного потока гостей при $n=2$ слабо влияет на время ожидания в очереди – порядка 0,5 мин увеличения для обычного потока гостей, т.е. время нахождения в регистратуре $T_c = 11,2/12,5$ мин, практически равно $T_c=12$ мин при неприоритетных потоках. Этот факт обусловлен тем, что $\overline{t_{oo}}=10$ в пять раз превышает время $T_{оч}$. В межсезонье (при $n=1$) приоритетный поток $\lambda_1 = \frac{1}{2} \lambda$ заметно увеличивает $T_{оч2}$ и T_{c2} – с 10 мин до 20 и с 20 мин до 30 мин соответственно. В этом случае $T_{оч2}$ и T_{c2} могут считаться неприемлемо большими; для реальных ситуаций мало отличаются от значений $\lambda_1=(0,1/0,3)$ λ $T_{оч2}$ и T_{c2} мало отличаются от значений $T_{оч}=10$ мин, $T_c=20$ мин для неприоритетного потока.

Работа выполнена при поддержке Администрации Краснодарского края и Российского фонда фундаментальных исследований (грант 16-46-230121 «Модели и методы формирования механизма инновационного развития внутренних бальнеологических курортных территорий Краснодарского края на основе экологистики»).

Список литературы:

1. Интерактивное бизнес-управление взаимоотношениями в социально-экономической системе «туристско-рекреационный регион» Тимиргалеева Р.Р. В сборнике: Актуальные проблемы современной науки. IV Международная научно-практическая конференция. 2015. С. 378-381.
2. Информационно-логистическое обеспечение процесса управления сложными организационно-экономическими системами. Тимиргалеева Р.Р., Гришин И.Ю. – Симферополь, 2013. (2-е издание, переработанное и дополненное).
3. Использование системного подхода при разработке стратегии предприятия. Таланов А.Я., Тимиргалеева Р.Р. Актуальные проблемы экономики современной России. 2015. Т. 2. № 2. С. 365-370.
4. Логістизація процесів в організаційно-економічних системах. Амітан В.Н., Тимиргалеева Р.Р., Пілюшенко В.Л. – Донецьк, 2003.
5. Логистический подход к управлению региональными организационно-экономическими системами. Ларина Р.Р., Гришин И.Ю. – Симферополь, 2012.
6. Метод динамического программирования и принцип максимума в задачах оптимизации маркетинг-логистических решений. Ларина Р.Р.,

Гришин И.Ю. В сборнике: Труды X международной ФАМЭТ'2010 конференции 2011. – С. 119-123.

7. Модель государственно-частного партнерства / Тимиргалеева Р.Р., Казак А.Н., Гришин И.Ю., Харитонов В.И. В книге: Информатика, управління та штучний інтелект = Информатика, управление и искусственный интеллект 2014. С. 75.

8. Оборин М.С., Плотников А.В., Владимирский Е.В., Каячев А.П. Влияние природных лечебных ресурсов на развитие санаторно-курортной деятельности региона // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-4. – С. 823-827.

9. Программно-целевой подход регионального планирования развития бальнеологических курортных территорий. Тимиргалеева Р.Р., Гришин И.Ю. В сборнике: Управление в условиях глобальных мировых трансформаций: экономика, политика, право. Сборник научных трудов. – 2016. С. 62-66.

10. Проблемы и перспективы взаимодействия санаторно-курортного и туристского комплексов Республики Крым. Тимиргалеева Р.Р., Куц Т.В. Таврический научный обозреватель. 2016. № 2 (7). С. 31-36.

11. Современные тенденции управления развитием организационно-экономических систем (новый взгляд) // Timirgaleeva R.R., Grishin I.Yu. под редакцией проф. Тимиргалеевой Р.Р. / Симферополь, 2014.

12. Управление развитием предприятий туристско-рекреационной сферы на основе внутреннего маркетинга. Тимиргалеева Р.Р., Гришин И.Ю., Шостак М.А. - Симферополь, 2015.

Контактный телефон +79787047089