

кредитування інвестиційних проектів без імпортної складової, то банк може знизити тарифи на видачу таких гарантій для суб'єктів малого підприємництва, що робить даний інструмент доступним для них. Як варіант банк може розробити групові тарифи на видачу гарантій, які могли б застосовуватися тільки для учасників групи. Це може бути напрямком подальшого дослідження.

Література: 1. Мартиненко В. Інвестиційний потенціал України: проблеми виміру та оцінок // Вісник НБУ. — 2000. — Лютий. — С. 61. 2. Колосов А. Інвестиційна привлекательність і економічна характеристика регіонів України // Бизнес-Информ. — 1997. — №24. — С. 37 — 39. 3. Хоменко Я. В. Методологічні підходи к оцінці інвестиційної привлекательності регіональних господарських систем. — Донецьк: ІІПІ НАН України, 1999. — 28 с. 4. Письмак В. П. Регіональні аспекти спеціального режиму інвестування: теорія і практика, проблеми і рішення. — Донецьк, 2000. — 256 с. 5. Василенко В., Крагт О. Спеціальний режим інвестування як елемент переходного періоду // Економіст. — 2001. — №6. — С. 48 — 51. 6. Гамалій Д. Оцінка інвестиційної привабливості регіонів України // Вісник НБУ. — 1998. — Грудень. — С. 51 — 54.

Стаття надійшла до редакції
15.12.2002 р.

УДК 628.337.001.57:681.5

**Мануйлов М. Б.,
Шевченко А. К.**

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Построена математическая модель процесса управления эколого-рекреационными (Э-Р) системами, позволяющая осуществлять прогнозное моделирование процесса, а также оптимальное управление Э-Р системами, что дает высокий экономический эффект при функционировании курортов.

Важнейшей проблемой функционирования курортов является обеспечение необходимого качества воды в его рекреационной зоне, то есть поддержание гомеостаза. Определимся с понятием гомеостаза эколого-рекреационного (Э-Р) объекта. Существование любого курорта возможно при выполнении необходимого условия — невозможности возникновения

эпидемиологической ситуации, а также достаточного условия: на протяжении всего курортного периода вода в пляжных зонах должна соответствовать предельно-допустимым концентрациям загрязнений. Следовательно, уровней гомеостаза два: *первый уровень*, при котором содержание загрязнений в воде не должно быть большим критического, при превышении которого естественные биологические фильтры прекращают очистку и самоочистка объектов происходит только за счет водообмена. В данной ситуации могут возникнуть благоприятные условия для развития бактерий — кишечной палочки, дизентерии и тому подобных, иначе говоря, появляется опасность вспышки эпидемии. *Второй уровень* гомеостаза — поддержание некоторого задаваемого уровня качества воды в зависимости от возможностей курорта.

Рассмотрим уравнение, описывающее качественное состояние Э-Р зоны моря в зависимости от времени и факторов, влияющих на неё:

$$\frac{d\varphi}{dt} = G(t) - F(t) + \zeta(t) \leq \varphi_{\max}^{(1,II)}, \quad (1)$$

где $\varphi(t)$ — некоторое состояние Э-Р зоны моря, или общий показатель качества воды;

$\varphi_{\max}^{(1,II)}$ — гранично допустимое значение, нарушение которого приводит к выходу системы из гомеостаза первого или второго уровней;

$G(t)$ — функция агрессии, формирующаяся из суточно-периодических факторов, основные из которых: рекреационные нагрузки — загрязнения, попадающие в водный объект при купании с тел отдыхающих (пот, кремы от или для загара), данная нагрузка носит периодический характер, максимум — середина дня, минимум — ночное время; стоки предприятий общественного питания и промышленных предприятий (также является суточно-периодическим фактором, что обусловлено режимом их работы); осаждающиеся аэрозоли техногенного происхождения, привносимые в рекреационную зону моря [1; 2]; мочевые воды, образующиеся при уборках дорожных покрытий (их появление регламентируется режимом работы соответствующих служб);

$F(t)$ — функция защиты, формируется за счет следующих факторов: уменьшения концентрации загрязняющих веществ за счет разбавления, что зависит от объемов воды, составляющих рекреационную зону моря, силы и направления течения, волновой активности моря и объемов естественных биофильтров (для побережья Черного моря — это, прежде всего, мидии); функционирование биофильтров также носит внутрисуточный периодический характер, что обусловливается появлением в ночное время беспозвоночных и мальков рыб, распуганных в дневное время отдыхающими;

$\zeta(t)$ — в рассматриваемом случае понимается как некоторая статическая величина загрязнений, накапливающаяся на всей территории курортной зоны за бездождевой период времени, которая при выпадении осадков переходит в функцию агрессии, вносящую за незначительный промежуток времени некоторое количество загрязнений в рекреационную зону моря.

Функции $G(t)$ и $F(t)$ можно записать в виде:

$$G(t) = \sum_{j=1}^n (A_j^{(1)} \cos ajt + B_j^{(1)} \sin ajt), \quad (2)$$

$$F(t) = \sum_{j=1}^n (A_j^{(2)} \cos ajt + B_j^{(2)} \sin ajt), \quad (3)$$

где A_j и B_j — случайные амплитуды;
 aj — частота.

Сделаем предположение, что $\zeta(t)$ является "белым шумом", для этого подробно рассмотрим, из каких факторов он складывается и каково его поведение — временное (то есть накопление) и внутрисуточное (поддержание стационарного значения).

Рассмотрим процесс формирования $\zeta(t)$ — дорожного смета. Его основные составляющие, накапливающиеся на водонепроницаемых поверхностях Э-Р территории за бездождевой период времени: осаждающиеся аэрозоли автотранспортного и промышленного происхождения (данные аэрозоли во многом формируют химический состав смета, задавая в нем содержание ионов тяжелых металлов и других вредных примесей); продукты разрушения дорожных покрытий; загрязнения, образующиеся при истирании шин о поверхность дорог; продукты неполного сгорания топлива в двигателях машин; частицы почвы, приносимые ветровой эрозией с незастроенных территорий; перемещение частиц дорожного смета на поверхности автотранспорта из неблагоприятных зон (где нагрузки дорожного смета выше, чем в рекреационных) и т. д. [1; 2; 3].

Накопление дорожного смета описывается уравнением:

$$m = \sum_{n=1}^{n=T_{\text{д.д.н.}}} K_n^{\alpha} \alpha S_{\text{в}}, \quad (4)$$

где m — масса накопившихся частиц дорожного смета на территории с площадью прибордюрной зоны $S_{\text{в}}$ (га) за бездождевой период времени $T_{\text{д.д.н.}}$ (сут.), кг

$K_{\text{в}}$ — коэффициент, учитывающий суточный вынос частиц дорожного смета ветром и при движении автотранспорта за бордюрную зону;

α — суточное накопление частиц дорожного смета, учитывающее все факторы, перечисленные выше, кг/сут.;

$n = 1, 2, 3, \dots$ — количество дней бездождевого периода.

Как видно из формулы (4), величина $K_{\text{в}}$ при больших значениях n стремится к некоторому стационарному состоянию. Данная зависимость подтверждается и натурными исследованиями, проводившимися в городах Харьков, Ялта, Алушта и т. д. Причем во всех случаях выход на стационарное значение наблюдался в течение 6 – 8 дней, что видно из формулы (4), при коэффициенте $K_{\text{в}} = 0,6$ — усредненном значении, принятом для городов Украины. Выход величины m на стационарное состояние не означает прекращения процесса накопления частиц дорожного смета, просто этот процесс переходит на некоторые внутрисуточные колебания. Днем — в период максимальной интенсивности движения автотранспорта — величина $m^{\text{ст}}$ возрастает, в ночное время транспорта на дорогах практически нет, следовательно, нет и подпитки смета, его количество уменьшается за счет выноса частиц из прибордюрной зоны ветром. Данный процесс носит случайный характер, и случайная функция $m^{\text{ст}}$ (математическое ожидание которой, без нарушения общности, можно считать равным нулю) может быть представлена в виде суммы гармонических колебаний с различными частотами aj (не обязательно кратными) и случайными амплитудами, то есть

$$m^{\text{ст}}(t) = \sum_{j=1}^n (A_j^{(3)} \cos ajt + B_j^{(3)} \sin ajt). \quad (5)$$

Для проведения дальнейших преобразований перейдем от тригонометрических функций в формуле (5) к показательным, воспользовавшись формулами Эйлера (6), (7):

$$\cos ajt = \frac{1}{2} (e^{iajt} + e^{-iajt}), \quad (6)$$

$$\sin ajt = \frac{1}{2i} (e^{iajt} - e^{-iajt}). \quad (7)$$

После преобразований формула (5) примет вид:

$$m^{\text{ст}}(t) = \sum_{j=1}^n (P_j e^{iajt} + Q_j e^{-iajt}), \quad (8)$$

где P_j , Q_j — случайные величины, линейно выраженные через случайные амплитуды A_j и B_j .

Введем новую нумерацию величины aj , обозначив величину $(-aj)$ буквой ω с отрицательным значением индекса (иначе, полагая $-\omega_j = \omega_{-j}$). В данном случае формула (8) запишется в более компактном виде:

$$m^{\text{ст}}(t) = \sum_{j=-n}^n \Phi_j e^{i\omega_j t}, \quad (9)$$

где при положительном значении j случайная величина Φ_j совпадает с P_j , а при отрицательном — с Q_j . Очевидно, вследствие того, что математическое ожидание $\overline{m^{cm}}(t)$ мы приняли равным нулю, математическое ожидание Φ_j также обращается в нуль.

Выясним, каким условиям должны удовлетворять случайные величины $\Phi_j, j = \overline{1, n}$, для того чтобы $m^{cm}(t)$ удовлетворяло условиям стационарности в широком смысле. Определяя для этой цели корреляционную функцию $m^{cm}(t)$ по общим правилам, получим:

$$K_m(t_1, t_2) = M\left(\sum_{j=-n(j \neq 0)}^n \Phi_j^* e^{-i\omega t_1} \cdot \sum_{k=-n(k \neq 0)}^n \Phi_k e^{i\omega t_2}\right), \quad (10)$$

где индекс суммирования заменен другой буквой, что всегда допустимо.

Представляя формулу (10) в виде двойной суммы, получим:

$$K_m(t_1, t_2) = \sum_{j=-n}^n \sum_{k=-n}^n e^{i(\omega t_2 - \omega t_1)} M(\Phi_j^* \Phi_k). \quad (11)$$

Для стационарности процесса необходимо, чтобы в полученной сумме сохранились только те слагаемые, у которых индексы j и k одинаковы, так как только в этом случае в показателях степени появится разность $t_2 - t_1$, которая должна быть единственным аргументом корреляционной функции стационарного процесса. Следовательно, случайные величины Φ_j, Φ_k должны удовлетворять условиям:

$$M(\Phi_j^* \Phi_k) = S_j \delta_{jk}, M(\Phi_j) = 0, \quad (12)$$

где S_j — некоторый неслучайный положительный коэффициент;

δ_{jk} — множитель, обращающийся в единицу для равных индексов и в нуль для различных индексов:

$$\delta_{jk} = \begin{cases} 1 & \text{при } j = k \\ 0 & \text{при } j \neq k \end{cases} \quad (13)$$

Используя интегральное преобразование Стильтеса (7), получаем из формул (12), (13):

$$M[d\Phi^*(\omega) d\Phi(\omega_1)] = \int (\omega) \delta(\omega - \omega_1) d\omega d\omega_1, \quad (14)$$

где $S(\omega)$ — спектральная плотность.

Для подобных случайных процессов корреляционная функция имеет вид:

$$K(\tau) = \sigma^2 e^{-\alpha|\tau|}, \alpha > 0, \quad (15)$$

где σ^2 — дисперсия случайной функции;

α — коэффициент, имеющий размерность, обратную размерности времени;

$$\tau = t_2 - t_1.$$

Коэффициент α характеризует быстроту убывания корреляционной связи. По формулам обращения Фурье (8) спектральная плотность запишется в виде:

$$S(\omega) = \frac{1}{2\Pi} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-i\omega\tau} K(\tau) d\tau. \quad (16)$$

Подставляя (15) в формулу (16), получим:

$$S(\omega) = \frac{\sigma^2}{\Pi} \cdot \frac{\alpha}{\omega^2 + \alpha^2}, \quad (17)$$

где Π — условие нормировки.

При увеличении значений α быстрота убывания ординат функции $K(\tau)$ увеличивается, вместе с тем при увеличении α начальная ордината спектральной плотности, равная $\frac{\sigma^2}{\Pi\alpha}$, уменьшается, а так как площадь под кривой $S(\omega)$ всегда равна дисперсии σ^2 , то функция $S(\omega)$, имеющая вид, напоминающий кривую плотности распределения нормального закона, с ростом α будет прижиматься к оси ω , становясь одновременно более пологой. Такое поведение функции $S(\omega)$ обосновывает высказанное предположение о существовании в уравнении (1) "белого шума". Функцию $S(\omega)$, имеющую достаточно большое значение α , можно считать обладающей постоянной спектральной плотностью, тогда

$$S(\omega) = C = \text{const}, \quad (18)$$

где C характеризует интенсивность "белого шума".

Для описываемого процесса C связано с дисперсией σ^2 и α следующим образом:

$$C = \frac{\sigma^2}{\Pi\alpha}, \quad (19)$$

что следует из формулы (17) в случае предельного состояния функции $S(\omega)$.

Необходимо, чтобы условия (18), (19) выполнялись при любом $\alpha \rightarrow \infty$. Покажем, что в этом случае корреляционная функция процесса становится пропорциональной дельта-функции (функции Дирака). Интегрируя уравнение (15) и переходя к пределу при $\alpha \rightarrow \infty$, получим:

$$\lim_{\alpha \rightarrow \infty} \int_{-\infty}^{\infty} K(\tau) d\tau = \lim_{\alpha \rightarrow \infty} 2\sigma^2 \int_{-\infty}^{\infty} e^{-d\tau} d\tau = 2\Pi C, \quad (20)$$

отсюда

$$\frac{1}{2\Pi C} \int_{-\infty}^{\infty} K(\tau) d\tau \rightarrow 1, \quad (21)$$

Так как функция $K(\tau)$ не может иметь отрицательных ординат, а при $\alpha \rightarrow \infty$ стремится к нулю при всех $\tau \neq 0$, то условие (21) выполняется только

в том случае, если $K(\tau) = \infty, \tau = 0$, потому что $||\infty \cdot 0||$ — неопределенность, равная конечному числу — 1 из (21). Следовательно, для "белого шума" $K(\tau)$ является δ — функцией.

Тогда, решая уравнение (1), имеем:

$$\varphi(t) = \int_0^{\infty} G(t)dt - \int_0^{\infty} F(t)dt + \int_0^{\infty} \zeta(t)dt \leq \varphi_{max}^{(I,II)} \quad (22)$$

При интегрировании "белого шума" получаем $\delta(t)$ — функцию. Следовательно, изучаемый процесс является марковским и возможно проведение прогнозов состояния Э-Р систем.

Рассматривая уравнение (22), надо отметить, что величина

$$C_n(t) = \int_0^{\infty} [G_n(t) - F_n(t)]dt = A_1^{(4)} \cos \omega_1 t + B_1^{(4)} \sin \omega_1 t \quad (23)$$

характеризует внутрисуточные колебания концентрации основных видов загрязняющих веществ $C_n(t)$ в рекреационной зоне моря, данные величины определяются службами СЭС при проведении мониторинговых исследований.

Для использования формулы (22) применительно к реальным и водным объектам удобно привести её в нормированный вид:

$$\varphi(t) = \sum_n \frac{C_n(t)}{ПДК_n} + \sum_n \frac{\delta n(t)}{ПДК_n} \leq \varphi_{max}^{(I,II)} \quad (24)$$

тогда уровень гомеостаза для случая безимпульсного функционирования Э-Р системы можно записать в виде:

$$\varphi(t) = \frac{C_1(t)}{ПДК_1} + \frac{C_2(t)}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n(t)}{ПДК_n} \leq \varphi_{max}^{(I,II)} \quad (25)$$

где $C_1(t), C_2(t), \dots, C_n(t)$ — концентрация загрязняющих веществ в рекреационной зоне моря;

ПДК₁, ПДК₂, ..., ПДК_n — предельно допустимые концентрации для приведенных загрязнений. Надо отметить, что формула (25) может быть использована только для нетоксичных веществ.

Естественно, выполнение условия гомеостаза требует ограничения суммы (25) значением n , причем в идеальном варианте все члены уравнения не должны превышать единицу. Здесь надо отметить, что при изучении реальных ситуаций, складывавшихся на курортах Черноморского побережья Украины, были получены данные, позволяющие сделать вывод о невозможности выхода системы из гомеостаза первого уровня без импульсного воздействия, хотя выход из второго уровня наблюдался довольно часто,

и для его поддержания необходимо либо уменьшать $G(t)$ — регулировать параметрами, входящими в данную функцию, либо усиливать $F(t)$ за счет строительства искусственных биологических фильтров, например мидиевых, объемы которых рассчитываются по методологии, предложенной в работе [3].

Перейдем к описанию функционирования Э-Р зоны моря при воздействии специфической функции агрессии (дождевого поверхностного стока), импульсной функции в формуле (24). Данная категория сточных вод характеризуется внезапностью выноса значительных объемов и видов загрязняющих веществ за незначительный промежуток времени в прибрежную зону моря. Объемы выносимых загрязнений, в свою очередь, определяются массой накопившегося за бездождевой период дорожного смета — интенсивностью "белого шума". В данном случае формула (25) запишется в виде:

$$\varphi(t) = \frac{C_1(t) + C_1^*}{ПДК_1} + \frac{C_2(t) + C_2^*}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n(t) + C_n^*}{ПДК_n} \leq \varphi_{max}^{(I,II)} \quad (26)$$

где $C_1^*, C_2^*, \dots, C_n^*$ — концентрации загрязняющих веществ, задаваемые объемом поверхностного стока, отводимого в рекреационную зону моря в фиксированный момент времени. Ограничение по второму уровню гомеостаза не должно быть выше значения n в формуле (26) при максимальных величинах $C_1(t), C_2(t), \dots, C_n(t)$, что ставит задачу корректировки граничного условия в формуле (25). Для первого уровня гомеостаза граничным условием в формуле (26) служит некоторая величина $\varphi_{max}^{(I)}$, которая имеет конкретные численные значения для каждого конкретного Э-Р объекта. Заслуживает внимания и то, что по данным натурных исследований и как видно из формул (23) и (24), выпадение дождевых осадков не всегда приводит к нарушению гомеостаза даже при значительных величинах импульсной функции агрессии. Это объясняется тем, что естественная самоочистка моря велика и система за незначительный промежуток времени восстанавливается, а для выхода из гомеостаза необходимо наложение максимума (или близкого к нему значения) суточно-периодической функции (23) и функции импульсного агрессора. Подобные ситуации складываются относительно редко, например, если максимум $C_n(t)$ совпал с $\delta_n(t)$ (при условии, что их совместное значение превосходит критическое — $\varphi_{max}^{(I)}$ из неравенства (26)) в некоторый интервал времени Δt (на практике он не превышает 60 – 90 минут в сутки), то вероятность возникновения эпидемиологической опасности составляет от 0,041 до 0,063 при выпадении одного дождя или от 0,084 до 0,126 за курортный сезон при условии двух дождей за этот период. Легко рассчитать средневероятностную частоту

ту возникновения критических ситуаций, это может произойти один раз в 8 – 12 лет. В виде иллюстрации можно привести недавний случай, происшедший в начале августа 1999 года: одесские пляжи после выпадения дождя слоем 14,2 мм были закрыты санитарно-эпидемиологическими службами до конца курортного сезона, предыдущий подобный случай произошел в 1986 году.

Естественно, при увеличении критического временного интервала Δt вероятности возрастают, следовательно, повышается и эпидемиологическая опасность. Подобная частота событий не может считаться удовлетворительной и, по согласованию с санитарными службами, должна составлять один раз в 50 – 100 лет, только в таком случае курорт может считаться относительно безопасным для жизни и здоровья людей.

Управление качеством Э-Р систем, как видно из вышеприведенных рассуждений, заключается в регулировании как функциями агрессии, так и защиты с целью поддержания гомеостаза первого и второго уровней.

Применение изложенной методологии управления Э-Р системами подразумевает осуществление следующих шагов: прежде всего оценивается безопасность курорта с точки зрения нарушения уровня гомеостаза, что включает в себя как проведение мониторинговых исследований на содержание загрязняющих веществ в водном объекте во времени с учетом внутрисуточных колебаний, так и мониторинг загрязнений, накапливающихся на территории рекреационной зоны; на основании прогнозных расчетов устанавливается возможность периодичности подобного нарушения; моделируя регулирующие воздействия как для функции агрессии, так и для функции защиты и соотнося их с возможностями реализации (финансовыми, временными, технологическими), выбирается оптимальный выход из создавшейся ситуации; второй уровень гомеостаза поддерживается также на основании мониторинговых исследований и по той же методике.

Приведенные в работе исследования позволяют выделить, на наш взгляд, ряд весьма важных аспектов.

1. Уравнение (1) — физико-математическое описание процесса изменения качественного состояния водного объекта в зависимости от квазипостоянных воздействий и импульсного вмешательства — является марковским, что дает возможность осуществлять прогнозное моделирование процесса.

2. Полученные математические модели позволили формализовать граничные условия существования Э-Р систем, причем выразить их в виде некоторых индексов состояния экологического объекта. Так, для второго уровня гомеостаза при выделении трех основных показателей качества воды (содержания взвешенных веществ, нефтепродуктов, органических веществ) индекс равен 3; для первого уровня гомеостаза индекс определяется числом 110 (данная величина не является оконча-

тельной, так как для каждого водного объекта (бухты) её необходимо корректировать, что нами и проводится совместно с ИНБИОМ НАН Украины, г. Севастополь).

3. Решение уравнения (1) методом последовательных приближений, включающих в себя математическое моделирование процесса формирования дроссального стока, выноса загрязнений поверхностным стоком в водный объект и тому подобные модели, позволяет осуществлять оптимальное управление Э-Р системами с практическими рекомендациями для соответствующих служб городов-курортов, что дает высокий экономический эффект при функционировании курортов.

Литература: 1. Кондратьев К. Я., Хват В. М., Московкин В. М., Мануйлов М. Б. О дисперсном составе атмосферных аэрозолей и расчете их осаджений // Докл. АН СССР. — 1988. — Т. 303. — №3. — С. 591 – 593. 2. Хват В. М., Московкин В. М., Мануйлов М. Б., Ровенко О. П. Об аэрозольном загрязнении поверхностного стока на урбанизированных территориях // Метеорология и гидрология. — 1991. — №2. — С. 56 – 61. 3. Московкин В. М., Мануйлов М. Б. Оценка потоков осаждающихся аэрозолей и тяжелых металлов на урбанизированные территории (на примере городов Ялта и Алушта) // Вопросы развития Крыма. — Симферополь: Центральный регион развития. Крымская АН, 1996. — Вып. 2. — С. 21 – 26.

Стаття надійшла до редакції
20.12.2002 р.

УДК 658.7:65.290-23

Поспелов О. М.

СТРАТЕГІЧНЕ ПЛАНУВАННЯ МАТЕРІАЛЬНИХ ПОТОКІВ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ МАРКЕТИНГОВОЇ ЛОГІСТИКИ

Обґрунтовано необхідність та можливість стратегічного планування матеріальних потоків підприємства на основі маркетингової логістики. Визначені сутність та зміст понять "маркетингова логістика", "логістика маркетингу" і "маркетинг-логістика".

Сучасне вітчизняне підприємство становить багатопільову організацію, що діє в умовах ринку, який інтенсивно інтегрується. При цьому відбувається модифікація задач внутрішньофірмового управління в цілому та планування зокрема. Розв'язання нових задач вимагає теоретичних та практичних обґрунтувань, оскільки українські підприємства не мали практики