

Имитационная модель трансформации рекреационного объекта на базе перехода к ресурсосберегающим технологиям

Крымский научный центр НАН Украины и МОН Украины,
г. Симферополь

Аннотация. Разработана имитационная экономическая модель объекта рекреации, потребляющего традиционные и возобновляемые энергоресурсы. Модель содержит динамические уравнения производства рекреационных услуг с агентами управления в их структуре (информационная технология ABC AGENT). Проведены вычислительные эксперименты с моделью, в ходе которых исследованы два сценария перевода энергообеспечения объекта рекреации на ресурсосберегающие (альтернативные) технологии производства. По первому сценарию рентабельность производства оценивалась при постоянной стоимости альтернативных ресурсов, по второму – при переменной стоимости. Построены графики рентабельности производства и накопленной чистой прибыли, используемой для инвестиций в ресурсосбережение. Показано, что важную роль для принятия решений о замещении традиционных источников энергии альтернативными играют экономические модели объектов рекреации, позволяющие прогнозировать сценарии рентабельности и чистой прибыли как ответную реакцию модели на подаваемые на ее вход сценарии спроса на рекреационные услуги и себестоимости производства услуг. Одним из практических средств построения прогностических моделей объектов рекреации может служить информационная технология ABC AGENT, которая была применена в данном исследовании.

Ключевые слова: имитационная модель, ресурсосбережение, альтернативные источники энергии, рентабельность производства, рекреационные объекты

Введение

Возобновляемая энергия играет важную роль в энергообеспечении объектов рекреации, поскольку она сокращает расходы на закупку и доставку традиционных (углеводородных) видов энергоресурсов. Использование солнечной, ветровой и других альтернативных видов энергии существенно улучшает экологическое состояние природной среды, что также имеет значение для устойчивого развития курортной зоны. В обширной научной литературе, посвященной перспективам использования альтернативных источников энергии, отмечается, что в мире сложилась устойчивая тенденция к переводу энергоснабжения на альтернативные источники. Так, например, в Австрии, где уже используется до 20% возобновляемой энергии, в соответствии с указаниями Евросоюза ставится цель довести к 2020 году этот уровень до 34% [1].

В связи с подобными амбициозными проектами обостряется проблема обоснования инвестиций в альтернативное энергообеспечение. Как показывают исследования, существует большое количество факторов «за» и «против», которые влияют на принятие решений о переходе к альтернативным источникам энергии. Если, например, рассматривать солнечную энергетическую установку для производства электричества, то факторами «за» служат следующие выгоды от ее использования:

- постоянство поступления солнечной энергии (практически вечный источник);
- удобство применения для отдельных объектов рекреации;
- хорошо развитая и отработанная технология производства;
- не загрязняет природную среду;
- незначительные расходы на обслуживание.

Вместе с тем, факторами «против» служат следующие недостатки солнечной энергетической установки:

- может потребоваться значительная площадь для размещения коллекторов;
- более высокая стоимость приобретения;

– падение эффективности производства энергии в облачные дни, в зимний период времени, в северных широтах. Отсутствие генерации энергии в ночное время.

– необходимость аккумулирования энергии.

Аналогичные факторы «за» и «против» характерны и для других видов альтернативных энергоустройств: ветровых, гидротехнических, геотермальных, биогазовых, приливных [2]. Поэтому для принятия решений о переходе на альтернативное энергообеспечение необходим комплексный системный подход, позволяющий сопоставить ожидаемые выгоды и расходы в каждом конкретном случае. Этим объясняется растущая роль различных имитационных моделей сложных систем типа «энергетика – экономика», создаваемых для оценки экономических и экологических последствий потребления возобновляемой энергии [3, 4].

Один из возможных вариантов системного анализа проблемы энергообеспечения объектов рекреации заключается в использовании адаптивных моделей эколого-экономических систем, построенных с применением информационной технологии ABC-AGENT [5, 6]. Экономические блоки подобных моделей отображают адаптивный баланс факторов, при котором частичная замена традиционного энергообеспечения альтернативным не приводит к снижению экономической рентабельности производства объекта рекреации, но вместе с тем существенно уменьшает загрязнение окружающей среды. Экономическая модель объекта рекреации дает возможность исследовать реакцию процессов развития объекта рекреации на изменения себестоимости энергообеспечения в процессе увеличения доли возобновляемой энергии в общем энергетическом балансе объекта.

В настоящем исследовании рассмотрен пример управления рентабельностью объекта рекреации путем выбора соответствующего сценария трансформации его энергообеспечения. Поставлена задача: изучить два сценария перевода энергообеспечения объекта рекреации на ресурсосберегающие (альтернативные) технологии производства. По первому сценарию рентабельность производства оценивалась при постоянной стоимости альтернативных ресурсов, по второму – при переменной стоимости. Экономическая модель объекта использована для получения графиков рентабельности производства рекреационных услуг и накопления чистой прибыли, которая может быть использована для инвестиций в ресурсосбережение.

Концептуальная модель управления развитием объекта рекреации на базе перехода к ресурсосберегающим технологиям

В основе модели объекта рекреации лежит идея рационального баланса объемов потребления традиционной и альтернативной энергии. Критерием рациональности служит накопленная чистая прибыль объекта, получаемая при различных сценариях изменения доли, а также стоимостей каждого из этих видов энергии в общем энергетическом балансе объекта. Предполагается, что производство рекреационных услуг зависит от трех агрегированных видов ресурсов: инфраструктуры объекта рекреации, энергообеспечения и обслуживания. В рассматриваемой модели принято, что в единице продукции объекта (например, в единичной услуге, представляющей собой отдых по путевке) содержится y_1 ресурса, связанного с инфраструктурой, y_2 ресурса, связанного с энергообеспечением и y_3 ресурса, связанного с сервисным обслуживанием рекреанта. Обозначим рыночные стоимости этих видов ресурсов r_1 , r_2 и r_3 соответственно и будем считать, что y_1 , y_2 , y_3 , r_1 и r_3 не меняются во времени, а стоимость энергообеспечения r_2 , приходящаяся на единицу производства y_2 , состоит из двух частей: стоимости r_{2T} – доли традиционной энергии y_{2T} и стоимости r_{2A} – доли альтернативной энергии y_{2A} .

С учетом принятых допущений концептуальная модель экономической системы объекта рекреации может быть представлена в виде схемы причинно-следственных связей, показанной на рис.1. Обозначим себестоимость производства через C . Рыночные цены на традиционную и альтернативную энергию формируют ту часть себестоимости производства $r_{2A} y_{2A} + r_{2T} y_{2T}$, которая зависит от потребления энергии. В зависимости от принятого сценария перевода объекта на частичное (или полное) обеспечение альтернативной энергией формируется временной сценарий изменения себестоимости C , который и служит в качестве управляющего воздействия для экономической модели

объекта рекреации. Под действием этого сценария модель воспроизводит динамику рентабельности объекта EF , а также другие процессы развития (прибыль, накопленный кредит, объемы потребления энергетических и других ресурсов производства). Анализ подобных процессов дает возможность судить об экономической выгоде перевода производства на ресурсосберегающие технологии.

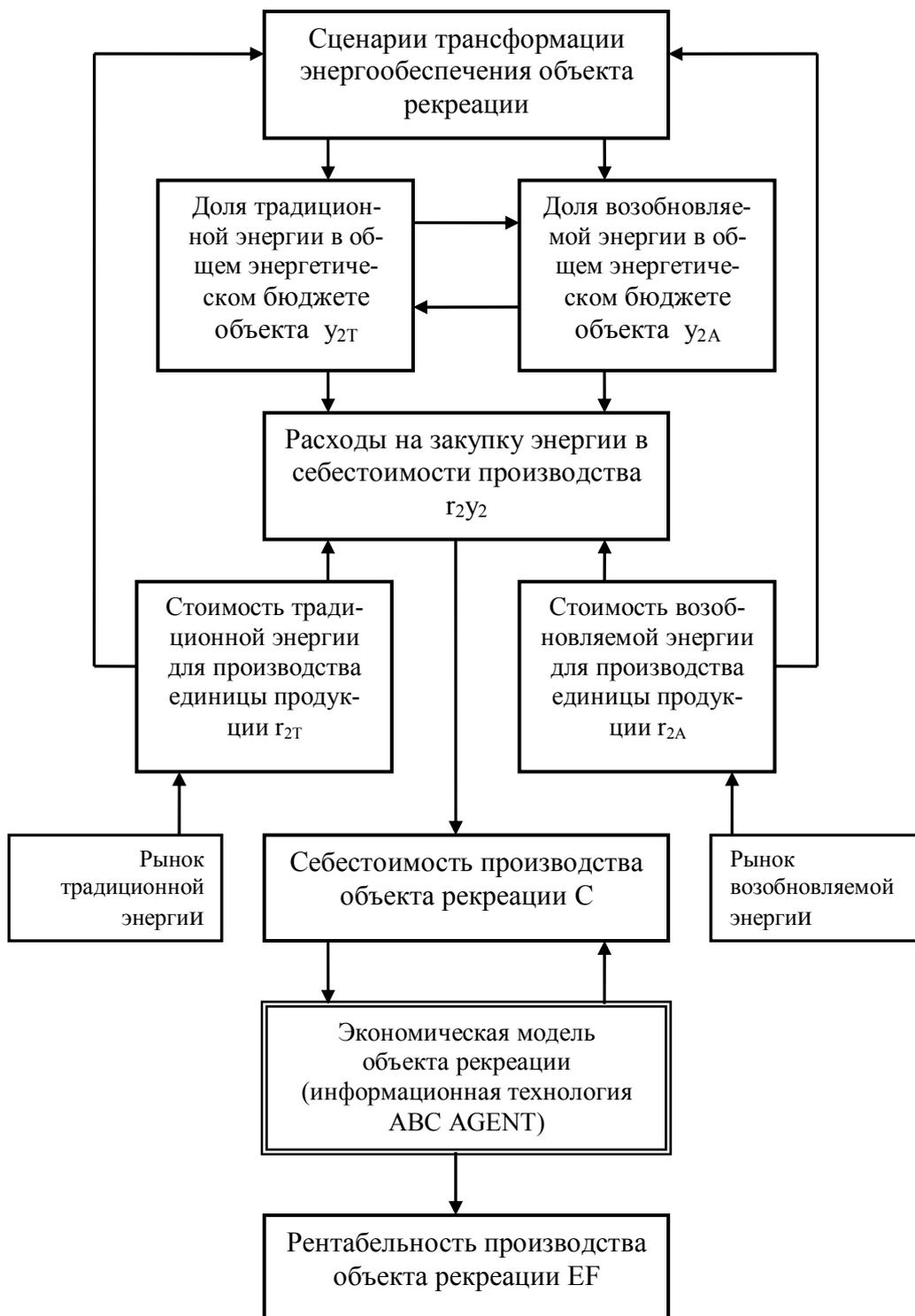


Рис. 1. Концептуальная модель управления развитием объекта рекреации путем перехода к ресурсосберегающим технологиям

Экономическая модель объекта рекреации

При разработке экономической модели объекта рекреации была использована информационная технология ABC AGENT, подробно изложенная в ряде изданий [5 – 7]. Поэтому приведем здесь кратко ее основные уравнения. Модель состоит из адаптивных уравнений ABC-метода [6] для функций спроса D , объема производства V , себестоимости C , цены P и стоимостей основных видов ресурсов r_i ($i = 1, 2, 3$). В модели использованы также балансовые соотношения для количества обслуживаемых рекреантов H , запасов ресурсов H_{1i} , оборотных средств H_2 и накопленного кредита (инвестиций в производство) H_3 . Благодаря отрицательным обратным связям приспособление переменных друг к другу и к внешним влияниям, в качестве которых в данном случае выступают задаваемые сценарии изменения себестоимости производства. Кроме того, в правых частях уравнений и балансовых соотношений использовано большое количество агентов управления, выполняющих предписанные им функции.

Система уравнений экономической модели объекта рекреации имеет следующий вид

$$\begin{aligned} \frac{dD}{dt} &= D[1 - c_D(D + a_{D/P}P)], \\ \frac{dV}{dt} &= V\{1 - c_V[V - AG_V(D, H, H_{1i}, P, C, H_2, H_3, H_3^*)]\}, \\ \frac{dC}{dt} &= C[1 - c_C(C - y_{1r_1} - y_{2T}r_{2T} - y_{2A}r_{2A} - y_3r_3)], \\ \frac{dP}{dt} &= P[1 - c_P(P - a_{P/C}C - Q)], \\ \frac{dr_i}{dt} &= r_i[1 - c_{r_i}(r_i - a_{r_i}r_i^*)], \end{aligned} \quad (1)$$

где c_M – параметры, устанавливающие пределы изменчивости переменных (обратные величины по отношению к их ресурсным емкостям [6]), $a_{M/N}$ – коэффициенты, учитывающие взаимные влияния переменных модели, r_i^* – параметры, определяющие текущие рыночные стоимости ресурсов, Q – добавленная стоимость, $y_{2T}r_{2T} + y_{2A}r_{2A}$ – сценарий изменения себестоимости в связи с переходом на замещение части энергообеспечения альтернативной энергией.

Агент управления $AG_V(D, H, H_{1i}, P, E, H_2, H_3, H_3^*)$, входящий в уравнение для объема производимых рекреационных услуг, обозначает выполнение следующих действий. Динамика производственных процессов в любой экономической модели может быть представлена уравнениями адаптивного баланса влияний, в которых V обозначает поступление (приход), а S – реализацию (расход) моделируемой субстанции. Так, например, для количества обслуживаемых рекреантов H имеем

$$\begin{aligned} \frac{dH}{dt} &= H[1 - 2(H - V + S)], \\ S &= IF(P < C; 0; R), \\ R &= IF(D < H; D; H) \\ V &= IF(D < H; 0; M), \\ M &= IF(D - H < M; D - H; M), \\ M &= \min(m_1; m_2; m_3), \end{aligned} \quad (2)$$

$$(3)$$

$$m_i = H_{1i} / y_i \quad (i = 1, 2, 3), \quad (4)$$

где V – текущий объем производства рекреационных услуг, S – текущее количество реализуемых путевок, P – ее цена, C – ее себестоимость.

Динамика имеющихся запасов ресурсов H_{1i} , которыми располагает данный объект рекреации, должна быть представлена балансами поступления V_{1i} и расходования S_{1i} каждого вида ресурсов

$$\frac{dH_{1i}}{dT} = H_{1i} [1 - 2(H_{1i} - V_{1i} + S_{1i})], \quad (i = 1, 2, 3), \quad (5)$$

$$V_{1i} = IF[D - H_{1i} < 0; 0; IF[y_i(D - H) < H_{1i}; 0; U_{1i}]],$$

$$U_{1i} = IF[y_i(D - H) - H_{1i} < \rho_i H_2 / r_i; y_i(D - H) - H_{1i}; IF[\rho_i(H_3^* - H_3) < 0; 0; U_{1i}^*]]$$

$$S_{1i} = IF[D - H < 0; 0; IF[y_i(D - H) < H_{1i}; y_i(D - H); H_{1i}]],$$

$$\rho_i = \frac{r_i y_i}{r_1 y_1 + \dots + r_3 y_3}, \quad (i = 1, 2, 3), \quad (6)$$

где H_3^* – предельно допустимая величина инвестиций в производство по данной технологии.

Баланс оборотных средств объекта рекреации H_2 представляет уравнение

$$\frac{dH_2}{dT} = H_2 \left[1 - 2 \left(H_2 - PS + \sum_{i=1}^n S_{2i} + S_3 + \sigma H_2 \right) \right], \quad (7)$$

$$S_{2i} = IF[r_i y_i(D - H) - H_{1i} < \rho_i H_2; r_i y_i(D - H) - H_{1i}^1; \rho_i H_2],$$

$$S_3 = IF[\theta H_3 < H_2; \theta H_3; H_2],$$

где через σ обозначен процент извлекаемых из оборота средств, т.е. чистая прибыль рекреационной системы, θ – процент погашения накопленных инвестиций (или возврата кредитов), ρ_i – относительный вес затрат на приобретение i – того вида ресурса для производства единицы продукции.

Обозначим объемы инвестиций в приобретаемые ресурсы производства через V_{11} , V_{12} , V_{13} . Тогда уравнение для накопленных инвестиций H_3 принимает вид

$$\frac{dH_3}{dt} = H_3 \left[1 - 2 \left(H_3 - \sum_{i=1}^3 r_i V_{1i} + S_3 \right) \right], \quad (8)$$

$$V_{1i} = IF[(D - H)y_i < H_{1i}; 0; F_i],$$

$$F_i = IF[r_i(y_i D - H_{1i}) < \rho_i H_2; y_i D - H_{1i}; F_i^*], \quad (i = 1, 2, 3).$$

Функции U_{1i}^* и F_i^* в уравнениях (10) и (12) представляют собой управления, которые ограничивают объемы ресурсов, приобретаемых путем дополнительных инвестиций. Таким образом, при управлении объемами производства агент $AG_V(D, H, H_{1i}, P, E, H_2, H_3, H_3^*)$ учитывает как рентабельность выпуска и реализации

продукции, так и возможности дополнительных инвестиций (например, путем получения кредитов) для закупки недостающих ресурсов.

Рентабельность объекта рекреации будем оценивать с помощью логарифма отношения доходов I_{acc} , накопленных за некоторый период времени t , к накопленным расходам E_{acc}

$$EF = \ln \frac{1 + I_{acc}}{e + E_{acc}}, \quad (9)$$

$$I_{acc} = \int_0^t P(\tau)S(\tau)d\tau, \\ E_{acc} = \int_0^t [C(\tau)V(\tau) + \theta H_3(\tau)]d\tau. \quad (10)$$

Организация вычислительных экспериментов и тестирование экономической модели

Вычислительные эксперименты проводились с конечно-разностным представлением модели (1) – (10) на интервале от 0 до 500 шагов по времени. Безразмерные шаги по времени завались при помощи формулы $\tau = 0,1n$ ($n = 1, 2, 3, \dots, \infty$).

Все переменные модели, входящие в уравнения (1), были приведены к общему безразмерному интервалу изменчивости (0, 10) путем нормировки на $5c_M$. В ABC-методе параметры ресурсных емкостей $(c_M)^{-1}$ имеют смысл средних значений соответствующих переменных модели на интервалах их изменчивости. В остальном формульном алгоритме модели, а также на приведенных ниже результатах расчетов, были использованы размерные величины, причем переход от безразмерных величин u_M к размерным u'_M осуществлялся по простой формуле

$$u'_M = 0,2c_M u_M = 0,2\bar{u}_M u_M. \quad (11)$$

С целью тестирования модели первоначально были проведены пробные расчеты сценариев экономических процессов. Для этого в уравнениях модели были заданы параметры, величины которых приведены в таблице 1.

Таблица 1

Величины параметров модели							
y_1	1,3	c_{r_1}	0,2	θ %	10%	c_P	22
y_2	3,0	c_{r_2}	2,0	φ %	1%	c_D	82
y_3	2,0	c_{r_3}	0,3	H_3^*	3000	c_C	20
r_1^*	3,0	r_2^*	6,0	r_1^*	4,0	$a_{P/C}$	0,5

Результаты тестового эксперимента приведены на рис. 2.

Как следует из рис. 2а при выбранных значениях параметров модели величина добавленной стоимости составляла около 10 условных единиц (у.е.). Поэтому объект рекреации устойчиво функционировал на протяжении времени эксперимента, удовлетворяя постоянный спрос D . Рыночные цены на ресурсы, а также изъятие из оборота части прибыли (φH_2), вынуждало объект пользоваться кредитами. На рис. 2в видно, что накопленный кредит достиг предельно допустимого значения $H^* = 3000$ у.е. на 120 шаге по времени и в дальнейшем не мог быть увеличен. Кредитные средства использовались для закупки каждого из трех видов ресурсов производства, причем наибольшие расходы были связаны с оплатой энергии (см. рис. 2д).

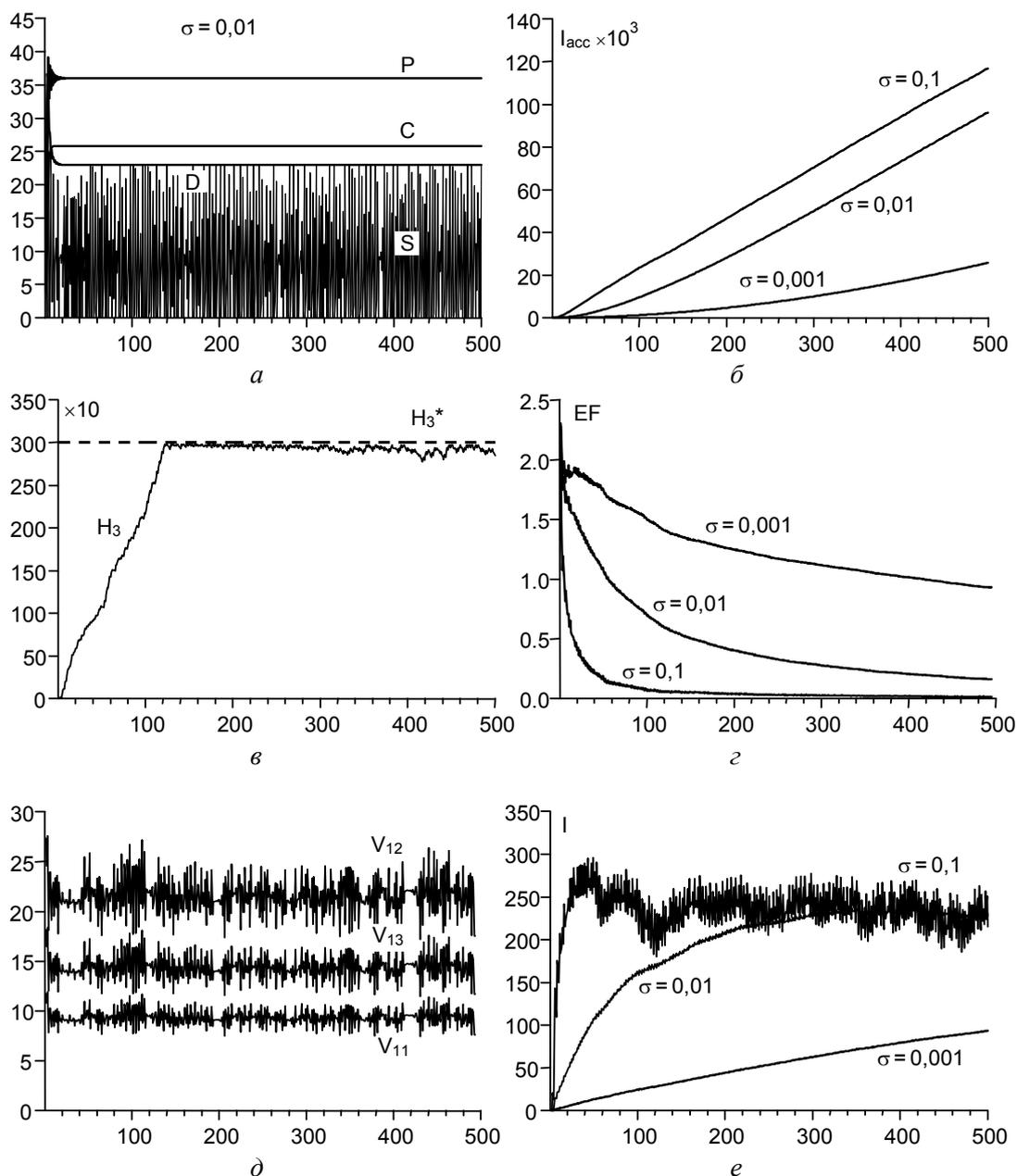


Рис. 2. Сценарии экономических процессов при постоянных расходах на приобретение энергетических и других видов ресурсов.

Для определения устойчивости производства рекреационных услуг были выполнены расчеты экономических процессов развития при трех вариантах изъятия из оборота части прибыли. Коэффициент изъятия σ составлял 0,001, 0,01 и 0,1. Графики значений накопленной прибыли для каждого из этих вариантов приведены на рис. 2б, а сами величины изымаемой части прибыли показаны на рис. 2е. Устойчивость работы экономической модели понижалась по мере увеличения процента изымаемых из оборота средств. Так, накопленная чистая прибыль составила на конец времени вычислений при $\sigma = 0,001$ около 100 у.е., при $\sigma = 0,01$ около 220 у.е., а при дальнейшем увеличении, когда $\sigma = 0,1$, накопленная чистая прибыль перестала увеличиваться и начала испытывать случайные колебания около значения 220 у.е. Таким образом, можно предположить, что значение $\sigma = 0,01$ определяет наиболее приемлемый режим извлечения части прибыли из оборота.

Этот вывод подтверждают графики рентабельности экономической системы объекта, рассчитанные по формуле (9). Как следует из этих графиков, изображенных на рис. 2г,

рентабельность понижалась с течением времени, и процент изъятия чистой прибыли существенно влиял на скорость падения рентабельности. При $\sigma = 0,01$ уровень рентабельности на конец вычислений заметно превышал ее уровень при $\sigma = 0,1$, когда сценарий накопленной прибыли начинал испытывать случайные колебания.

Проведенные вычислительные эксперименты подтвердили, что экономическая модель объекта рекреации адекватно реагирует на изменения параметров модели и может быть применена для анализа процессов перевода объекта на альтернативное энергообеспечение.

Экономические процессы развития при изменении долей традиционной и альтернативной энергии в общем энергетическом балансе объекта рекреации

Как уже было отмечено выше, определяющим фактором трансформации энергообеспечения объекта рекреации является сценарий себестоимости производства рекреационных услуг, применяемый на данном объекте. В соответствии с концептуальной моделью рис. 1 выбор сценария затрат на энергообеспечение объекта существенно влияет на сценарий себестоимости. Поэтому для принятия организационных решений должна быть спрогнозирована реакция модели экономической системы объекта рекреации на выбранную схему частичного замещения традиционной энергии альтернативной. В настоящем исследовании были использованы два различных сценария перехода объекта от традиционного к альтернативному энергообеспечению.

Первый сценарий использования возобновляемой энергии. Этот сценарий, изображенный на рис. 3, имитировал тот случай, когда в начальный период времени себестоимость производства рекреационных услуг оказалась значительно выше их цены, и функционирование объекта рекреации было нерентабельным. Причиной такого

положения могла стать, например, высокая стоимость подключения строящегося нового объекта рекреации к источникам энергообеспечения. Предположим, что стоимость традиционного энергообеспечения оказалась в 5 раз выше стоимости возобновляемой энергии. Для понижения себестоимости и начала работы объекта необходимо было осуществить переход, по крайней мере, частично на потребление возобновляемой энергии.

Трансформация энергообеспечения по первому сценарию заключалась в линейном убывании доли традиционной энергии y_{2T} при одновременном росте с насыщением доли альтернативной энергии y_{2A} . Поэтому с учетом принятых цен на энергетические ресурсы $r_{2T} = 5$ у.е. и $r_{2A} = 1$ у.е. доля затрат на энергообеспечение $y_2 r_2$ в себестоимости производства была подчинена следующему условию

$$y_2 r_2 = y_{2T} r_{2T} + y_{2A} r_{2A} = (3 - \alpha_T \tau) 5 + 3(1 - \exp(-\alpha_A \tau)). \quad (12)$$

На рис. 3б показаны составляющие этого выражения, а на рис. 3а приведен сценарий себестоимости, сформированный с его учетом.

В начале эксперимента себестоимость производства превышала стоимость на 15 у.е. Поэтому производство рекреационных услуг было остановлено агентом управления (3). По мере увеличения доли более дешевой альтернативной энергии в общем энергетическом балансе объекта себестоимость быстро уменьшалась, и на 120 шаге эксперимента она стала ниже цены услуги. Производство услуг возобновилось и уже не прекращалось.

На рис. 3в показана динамика кредитования объекта. Процент погашения кредита составлял $\theta = 0,1$. В начальный период времени объект был вынужден накапливать кредит, необходимый для приобретения ресурсов производства, но с появлением прибыли и отчислений из нее началось активное погашение накопленного кредита. Объект перестал преимущественно заимствовать средства на приобретение энергетических ресурсов (график V_{12} на рис. 3д), поскольку оплата расходов происходила в основном из оборотных средств.

Анализ влияния процента изымаемой из оборота чистой прибыли на устойчивость экономической модели снова показал, что наиболее выгодным является значение $\sigma = 0,01$.

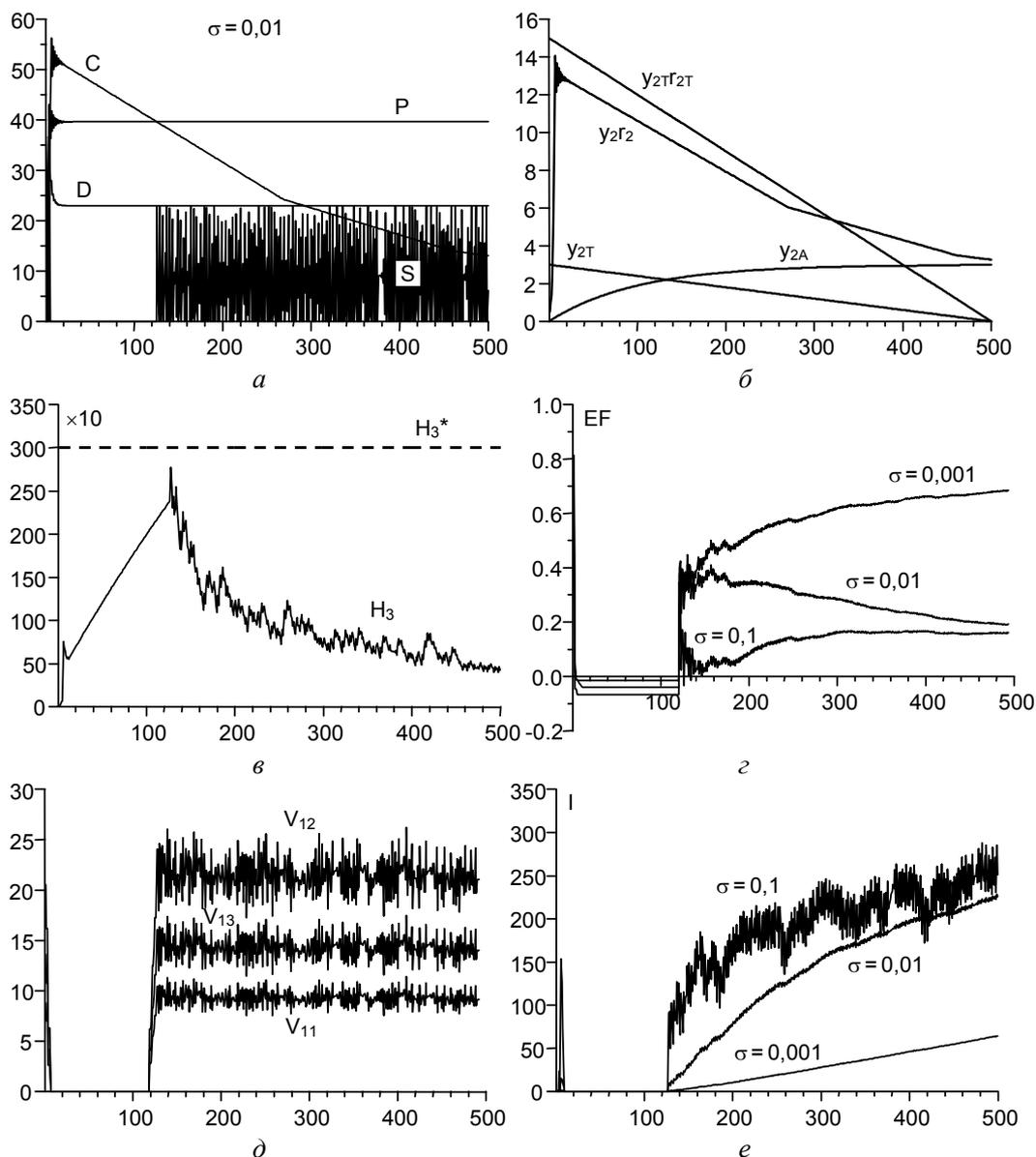


Рис. 3. Процессы развития в экономической модели объекта рекреации при переходе на использование ресурсосберегающих технологий по первому сценарию изменения себестоимости производства

Об этом свидетельствуют графики, помещенные на рис. 3е. Графики рентабельности объекта, представленные на рис. 3г, стремятся к более высоким значениям, чем в тестовом эксперименте (см. рис. 2а).

Следует отметить, что в первом сценарии изменения себестоимости предполагалось, что цены на традиционную и альтернативную энергию не меняются и что альтернативная энергия значительно дешевле традиционной. Таким образом, расходы, связанные с приобретением, установкой и обслуживанием устройств альтернативной энергетики не были учтены в сценарии себестоимости производства. На практике эти затраты часто служат препятствием для перехода на возобновляемые источники энергии. Для того, чтобы попытаться оценить их влияние на рентабельность объекта рекреации был поставлен второй эксперимент с экономической моделью объекта.

Второй сценарий использования возобновляемой энергии. В этом сценарии, показанном на рис. 4, стоимость традиционной энергии была принята постоянной $r_{2T} = 3$ у.е.

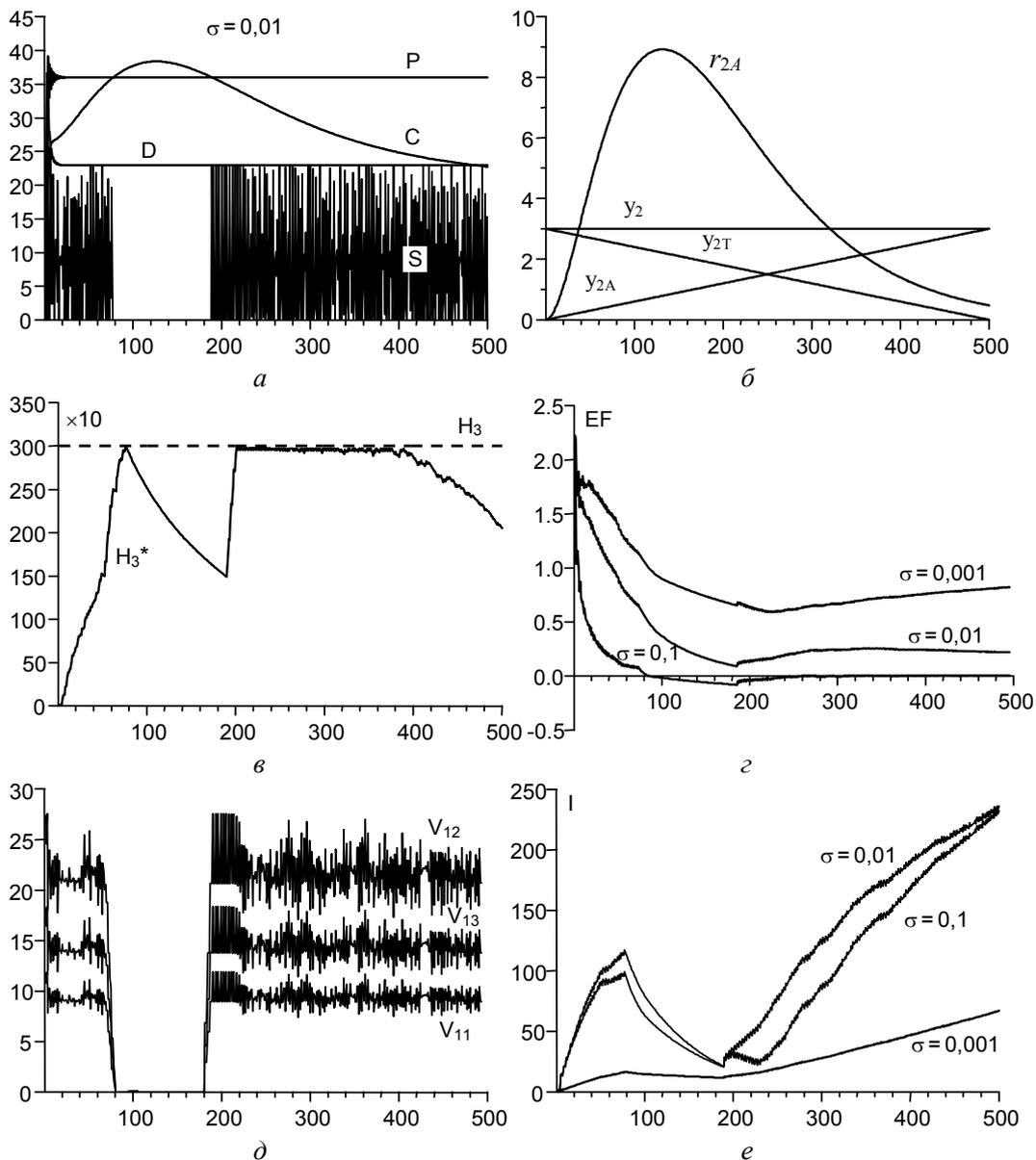


Рис. 4. Процессы развития в экономической модели объекта рекреации при переходе на использование ресурсосберегающих технологий по второму сценарию изменения себестоимости производства

Для того, чтобы учесть затраты на установку возобновляемых источников энергии, был задан специальный сценарий изменения стоимости альтернативной энергии $r_{2A} = r_{2A}(T)$. Было принято, что в начальный период времени внедрения альтернативных источников энергии на объекте рекреации функция r_{2A} резко возрастает и достигает своего максимального значения, которое существенно превышает стоимость традиционной энергии. Затем функция r_{2A} плавно убывает, достигая в конце времени эксперимента значений, которые существенно ниже стоимости традиционной энергии. Подобный сценарий отражает реальное положение дел, когда первоначальные расходы на установку альтернативных источников энергии в последствии окупаются за счет экономии на закупку углеводородного топлива.

В проведенных экспериментах был принят график линейного непрерывного замещения доли традиционной энергии альтернативной. Соответствующие линии y_{2T} и y_{2A} приведены на рис. 4б. В качестве сценария стоимости альтернативной энергии была использована функция вида

$$r_{2A} = a_A \tau (1 - \exp(-\alpha_{1A} \tau)) \exp(-\alpha_{2A} \tau) \quad (13)$$

Результирующий сценарий расходов на энергообеспечение объекта был представлен формулой:

$$y_2 r_2 = y_{2T} r_{2T} + y_{2A} r_{2A} = 5(3 - 0,06\tau) + 200\tau(1 - \exp(-0,0038\tau)) \exp(-0,15\tau). \quad (14)$$

На рис. 4б показано изменение функции r_{2A} , а на рис. 4а приведен второй сценарий себестоимости объекта рекреации С в условиях, когда реализуется внедрение ресурсосберегающих технологий производства с учетом затрат на установку соответствующего оборудования. Как следует из рис. 4а, в начальный период времени объект функционировал до момента, соответствовавшего 80 шагу по времени, пока растущая себестоимость не превысила стоимость рекреационной услуги. После этого момента до 190 шага по времени объект не функционировал, так как себестоимость услуги превышала ее стоимость, а затем он снова работал до конца эксперимента.

На рис. 4в показан график кредитования объекта. Стоимости всех видов ресурсов оказались достаточно высокими, и объект был вынужден накапливать заимствования средств на приобретение ресурсов в период времени до остановки производства. В период времени остановки производства накопленный кредит H_3 погашался (с процентной ставкой $\theta = 1\%$) из накопленной чистой прибыли как это видно из рис. 4в и 4е. В конце эксперимента в результате накопления оборотных средств задолженность по кредитам стала уменьшаться.

Затраты на приобретение ресурсов демонстрируют графики на рис. 4д. После возобновления работы объекта непрерывно росла накопленная чистая прибыль (см. рис.4е) и стабилизировались показатели рентабельности (см. рис.4з). Следует отметить, что в данном эксперименте изъятие из оборота 10% чистой прибыли (см. график $\sigma = 0,1$ на рис.4з) привело в период остановки производства к отрицательной рентабельности, когда накопленные расходы превысили накопленные доходы.

Анализ использования 15%, 50% и 80% возобновляемой энергии в общем энергетическом бюджете объекта рекреации

Результаты вычислительных экспериментов позволяют провести анализ направления развития рекреационного объекта при использовании объектом 15%, 50% и 80% возобновляемой энергии в общем энергетическом бюджете. Реакция экономической системы на задаваемые сценарии изменения себестоимости производства рекреационных услуг рассчитывалась при непрерывном изменении доли альтернативной энергии в общем энергетическом бюджете. Поэтому для сопоставления показателей развития объекта достаточно снять значения соответствующих процессов с графиков на рис. 3 и 4. Для второго сценария эти моменты времени соответствовали: $n = 123$, когда $y_{2A} = 0,15 y_2$, $n = 250$, когда $y_{2A} = 0,5 y_2$, и $n = 400$, когда $y_{2A} = 0,8 y_2$. Эти данные, полученные при условии изъятия из оборота 1% прибыли, т.е. при $\sigma = 0,01$, сведены вместе в табл. 2.

Таблица 2

Данные, полученные при условии изъятия из оборота 1% прибыли

$y_{2A}, \%$	Первый сценарий себестоимости				Второй сценарий себестоимости			
	С	I	EF	H_3	С	I	EF	H_3
15	39.8	8.8	0.31	2343.3	35.6	114.9	0.58	2936.9
50	26.5	117.9	0.32	908.5	31.9	72.8	0.20	2974.1
80	17.2	194.8	0.23	565.1	24.8	191.9	0.24	611.1

Из сравнения результатов вычислений для первого и второго сценариев следует что, выбор сценария себестоимости существенно влияет на экономические показатели модели.

При 15-процентном использовании альтернативной энергии в каждом из сценариев отмечается более высокая себестоимость производства и, как следствие, более высокие суммы накопленных кредитов. При 80-процентном использовании альтернативной

енергии заметно повышается сумма накопленной объектом чистой прибыли, сохраняется положительная рентабельность производства и активно погашаются накопленные кредиты.

Выводы

Полученные результаты дают основания для следующих выводов.

1. Перевод энергообеспечения объектов рекреации на возобновляемые источники энергии связан со значительными расходами средств и потому должен быть тщательно обоснован по ряду экономических параметров. Обобщенным критерием целесообразности замены традиционного энергообеспечения альтернативным служит сценарий рентабельности объекта рекреации и сценарий его накопленной чистой прибыли.

2. Важную роль для принятия решений о замещении традиционных источников энергии альтернативными играют экономические модели объектов рекреации, позволяющие прогнозировать сценарии рентабельности и чистой прибыли как ответную реакцию модели на подаваемые на ее вход сценарии спроса на рекреационные услуги и себестоимости производства услуг.

3. Одним из практических средств построения прогностических моделей объектов рекреации может служить информационная технология ABC AGENT, которая была применена в данном исследовании.

Литература

1. Stocker A. Renewable energy in Austria: Modeling possible development trends until 2020 / A. Stocker, Großmann, A., R. Madlener, M. Wolter // <http://www.upo.es/econ/IIOMME08>
2. Ragwitz M. et al. Economic analysis of reaching a 20% share of renewable energy sources in 2020. Final Report to European Commission. DG Environment ENV.C.2/SER/2005/0080r.2006.
3. Gifford J.S. Renewable Energy Cost Modeling: A Toolkit for Establishing Cost-Based Incentives in the United States / J. S. Gifford, R. C. Grace, W. H. Rickerson // U.S. Department of Energy. Office of Scientific and Technical Information. 2011. <http://www.osti.gov/bridge>
4. Jebaraja S. A review of energy models / S. Jebaraja, S. Iniyamb // Renewable and Sustainable Energy. – Reviews 10 (2006) 281–311.
5. Тимченко И. Е. Системный менеджмент и ABC- технологии устойчивого развития / И. Е. Тимченко, Е. М. Игумнова, И. И. Тимченко. – Севастополь.: Изд. “ЭКОСИ -Гидрофизика”, 2000. – 225 с.
6. Тимченко И. И. Образование и устойчивое развитие. Системная методология / И. И. Тимченко, Е. М. Игумнова, И. Е. Тимченко. – Севастополь.: Изд. “ЭКОСИ-Гидрофизика”, 2004. – 520 с.
7. Иванов В.А. Модели управления ресурсами прибрежной зоны моря / В. А. Иванов, Е. М. Игумнова, В. С. Латун, И. Е. Тимченко. – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ – Гидрофизика», 2007. – 258 с.

Анотація. *І. Є. Тімченко Імітаційна модель трансформації рекреаційного об'єкта на базі переходу до ресурсозберігаючих технологій. Розроблено імітаційна економічна модель об'єкта рекреації, яке споживає традиційні та поновлювані енергоресурси. Модель містить динамічні рівняння виробництва рекреаційних послуг з агентами управління в їх структурі (інформаційна технологія ABC AGENT). Проведено обчислювальні експерименти з моделлю, в ході яких досліджені два сценарії перекладу енергозабезпечення об'єкта рекреації на ресурсозберігаючі (альтернативні) технології виробництва. За першим сценарієм рентабельність виробництва оцінювалася при постійній вартості альтернативних ресурсів, по другому – при змінній вартості. Побудовано графіки рентабельності виробництва та накопленої чистого прибутку, використовуваної для інвестицій в ресурсозбереження. Показано, що важливу роль для прийняття рішень про заміщення традиційних джерел енергії альтернативними грають економічні моделі об'єктів рекреації, що дозволяють прогнозувати сценарії рентабельності і чистого прибутку як відповідну реакцію моделі на подаються на її вхід сценарії попиту на рекреаційні послуги та собівартості виробництва послуг. Одним з практичних засобів побудови прогностичних моделей об'єктів рекреації може служити інформаційна технологія ABC AGENT, яка була застосована в даному дослідженні.*

Ключові слова: *імітаційна модель, ресурсозбереження, альтернативні джерела енергії, рентабельність виробництва, рекреаційні об'єкти.*

Abstract. *I. E. Timchenko Simulation model of transformation recreational facility on the basis of the*

transition to a resource-saving technologies. Simulation model of economic of recreation object that consumes traditional and renewable energy resources is developed. The model contains the dynamic equations of the production of recreational services with management agents in their structure (information technology ABC AGENT). Computational experiments with a model in which the two scenarios studied energy transfer of recreation object for resource saving (alternative) production technology are conducted. In the first scenario the profitability of production was estimated at a constant value of alternative resources, the second – at a variable cost. The graphs profitability and accumulated net income used for investment in resource conservation are constructed. It is shown that an important role for making decisions about replacing conventional energy sources play an alternative economic models of of recreation objects that predict scenarios of profitability and net income as a response to the model supplied to the input scenario, the demand for recreation services and the production cost of services. One of the practical construction tools of predictive models of recreation objects can serve as information technology ABC AGENT, which was used in this study.

Keywords: simulation model, resource conservation, alternative energy sources, the profitability of production, recreational objects

Поступила в редакцию 18.04.2013