

## Методологические проблемы моделирования процесса эколого-социально-экономической экспертизы в системе оптимизации территориального развития

*О.П.Грец*

Осознание мировым сообществом всей сложности природно-общественных отношений привело к необходимости смены парадигмы цивилизационного развития на принципиально новую, базирующуюся на создании эколого-социально ориентированной модели ведения рыночного хозяйства. Главным требованием данной модели выступает необходимость жесткого подчинения общественных потребностей и рыночных механизмов экономической деятельности природоохранным параметрам коэволюционного развития.

Осуществление в Украине радикальных рыночных реформ, перераспределение функций и прав между государственными, республиканскими и местными органами управления в контексте политики национального возрождения, способствовали появлению тенденции самоорганизации и реструктуризации регионов. Этот процесс, безусловно, приводит к изменению эколого-социально-экономической обстановки в их пределах, являющейся производной от свойств компонентов природной среды, уровня развития производственных отношений, приоритетов общественного развития и государственно-правовых механизмов их реализации.

Комфортность эколого-социально-экономической обстановки может быть достигнута лишь при сбалансированных социоприродных отношениях, действенным механизмом регулирования которых выступает комплексная эколого-социально-экономическая экспертиза. Своим появлением данный вид экспертиз обязан возникновению в 70-е годы и обоснованию в трудах К.Г.Космачева, Т.В.Звонковой, Н.Ф.Реймерса – географической, экологической, геоэкологической экспертиз, общей целью которых, несмотря на различия в средствах и методах ее достижения, стала рационализация природопользования.

Эколого-социально-экономическая экспертиза представляет собой вид научно-практической деятельности, направленный на комплексный анализ эколого-социально-экономической целесообразности хозяйственных нововведений с целью принятия управленческих решений, обеспечивающих развитие территории на основе оптимизации взаимосвязей в ее пределах.

Однако, ведомственный подход к осуществлению экспертиз проектов, использованию территории, господствовавший в условиях командно-административной системы, не позволил географической и другим видам экспертиз занять должную позицию в системе конструктивно-географических исследований. Проектные решения имеют пространственную ориентацию и, локализуясь на определенной территории, затрагивают конкретные природные комплексы и социальные общности. Поэтому принципиальность проблемы состоит в нахождении наиболее приемлемого сочетания хозяйственных функций территории, выдвигаемых рынком и природных возможностей, обуславливающих ее функцию места с целью достижения не только социально-экономического, но и экологического эффекта.

Важным средством повышения действенности экспертиз следует считать многообразие методик и методов, применяемых в процессе ее осуществления. Следует признать, что отечественные экспертизы по разнообразию и оригинальности применяемых методов не уступают зарубежным, а особый приоритет в этом отношении принадлежит математическому моделированию, позволяющему на основе создаваемого образа действительности уменьшить риск экологически негативных последствий принимаемых решений.

Сложности, возникающие в процессе осуществления экспертизы территории определяются прежде всего тем, что функционирование объекта экспертирования происходит под воздействием большого числа факторов, к числу которых могут быть отнесены природные условия и ресурсы, трудовые ресурсы, техника, технологии и технический прогресс, формы общественной и территориальной организации производства, транспортные и социально-политические условия. Изменение действия хотя бы одного из этих факторов создает новый вариант развития территории, а следовательно и новый конечный результат. Взаимное же переплетение факторов и совместность их воздействия

предопределяют возможность возникновения большого числа вариантов. Этому также способствует взаимозаменяемость ряда факторов, например, сырьевых ресурсов, топлива, основных фондов, транспортных средств и т.д. Несмотря на то, что достигнутый уровень развития производства, лимитированность ресурсов, сложившийся спрос на продукцию потребления, необходимость сохранения определенного балансового “равновесия” в природе, нарушаемого в процессе ее использования и многие другие условия ограничивают круг тех вариантов развития территории, которые могут считаться допустимыми, все же число их остается очень и очень большим.

Следует отметить, что оптимизация территориального развития состоит, в необходимости выяснения функции места, что в последствии будет способствовать достижению максимального эколого-социально-экономического эффекта при минимальных возмущениях в природных системах, а следовательно – минимальных экологических издержках.

Множество разнообразных факторов, которые должны быть учтены при проведении экспертизы, явные и неявные противоречия между ними приводят к необходимости рассматривать в процессе анализа эколого-социально-экономической обстановки, сложившиеся на экспертируемой территории несколько вариантов экспертных решений, комплексная оценка которых, их сопоставление и сравнение по тому или иному критерию, или системе показателей – позволяют выбрать наиболее оптимальный. Однако, при традиционном подходе нет объективной уверенности в том, что выбранный вариант, действительно является лучшим. Более того, в условиях многовариантности и связанного с этим (по законам комбинаторики) безудержного роста потенциально возможных вариантов решений, действительно оптимальный вариант, как правило, исчезает из поля зрения исследователей и экспертов.

Исходя из этого, возникает необходимость в разработке научно обоснованной методологии и принципов экспертирования, применение которых возможно лишь при широком использовании математических методов и ПЭВМ.

Сущность моделирования процесса экспертизы территории заключается в увязке сложившихся экологических, социальных и экономических факторов, влияющих на развитие региона вообще и его локальных участков в частности. Модель не только сохраняет многообразие информации об экспертируемой территории, но и позволяет проанализировать его с позиции математики. При моделировании эколого-социально-экономической обстановки территории создается его аналог (копия в упрощенном виде), который затем анализируется математическими методами. Моделирование позволяет устранить многие недостатки традиционно существующей практики проведения экспертизы, а также дает возможность найти действительно оптимальный вариант из многочисленной их совокупности по системе критериев в сравнительно короткие сроки и с меньшими затратами средств и труда.

Как правило, условия и факторы, влияющие на выбор решения по оптимизации функций экспертируемой территории сложны и противоречивы. Ввиду этого, проблему поиска наилучшего варианта территориальной организации хозяйства целесообразно сформулировать в виде оптимизационной задачи, основными направлениями которой выступают:

- выбор адекватного критерия эффективности, отражающего цели экспертизы (цели моделирования);
- учет показателей (признаков) или ограничений, оказывающих влияние на выбор структуры землепользователей на территории.

Выбор того или иного критерия эффективности зависит от основной цели экспертирования. Если ее цель – получение дохода, то определяющими являются экономические критерии. Если же цель – сохранение здоровья человека, то безусловно определяющими следует считать социально-экологические критерии.

Вопрос оценки экономической эффективности от использования экспертируемой территории весьма сложен и многообразен. В процессе экономической оценки территории зачастую наблюдается недоучет медико-биологических, психологических и социальных аспектов, характеризующих субъекта, использующего ресурсы территории. В числе оптимизационных экономических критериев нашли применение: эффективность использования производственных мощностей, их амортизация, скорость обновления; выход единицы продукции из тонны сырья и др. В условиях плановой экономики в бывшем СССР в процессе решения всех хозяйственных задач использовался совершенно неприемлемый с экологических и социальных позиций критерий вида:

$$M=(C+E_nK) \rightarrow \min, \quad (1.)$$

где  $M$  – приведенные затраты, руб;

$C$  – удельные текущие затраты на производство продукции, руб;

$E_n$  – коэффициент сравнительной эффективности (величина, обратная сроку окупаемости капитальных затрат);

$K$  – удельные капитальные затраты, руб.

Использование данного критерия способствовало недоучету социальных и экологических аспектов территориального развития, последствия чего общество имеет возможность ощутить ныне.

Среди социальных критериев использованию подлежат: состояние здоровья населения; продолжительность и качество жизни, готовность заплатить за высокое качество природной среды, особенности воспроизводства и занятости населения. Весьма привлекательным социальным критерием можно считать аттрактивность (привлекательность) территории, который в работе [1] называется “функцией морального удовлетворения”. Аттрактивность может измеряться косвенно, например, с помощью так называемого “желания платить” [2] – максимальную сумму средств за доступ к ценным в рекреационном отношении территориям. В качестве методического приема, используемого для определения “желания платить” использовано интервьюирование. Основой этого метода является соответствующим образом организованное интервью, цель которого состоит в выявлении максимальной цены, которую заплатил бы человек за право использования территории с повышенной экологической защищенностью.

По мнению В.И.Донского и О.А.Щербины [3], территорию можно описать вектором параметров (природных, социальных и др.), характеризующих аттрактивность:  $X_i=(X_{i1}, \dots, X_{in})$ . Особый интерес представляет случай, когда  $X_{ik}=0;1$ ,  $k=1, \dots, n$ , т.е. компоненты  $X_i$  являются булевыми (например,  $X_{ik}=1$ , если экспертируемая территория находится у моря;  $X_{ik}=0$  – в противном случае). Для анализа нужно еще иметь оценку коэффициента аттрактивности на некотором подмножестве  $X_0$  территорий.

Разбив множество территорий  $X_0$  на  $k$ -классов  $W_1, \dots, W_k$  по диапазонам измерения коэффициента аттрактивности, авторы ставят задачу обучения распознавания территории с помощью обучающей выборки  $X_0$ . Так как обучение производится в булевом дискретном пространстве признаков, то результат обучения (правило распознавания) может быть представлен в виде логической функции в минимальной дизъюнктивной нормальной форме:

$$fW_e(X) = \bigvee_{i=1}^{me} y_i, \quad (2)$$

где  $y_i$  – некоторые конъюнкции признаков  $X_1^{\delta_1}, \dots, X_n^{\delta_n}$ , а  $X^\delta=X$  ( $\delta=1$ ),

$X^\delta=X$  ( $\delta=0$ ).

Здесь  $fW_e(X)=1$ , только тогда, когда высказывание “территория описываемая вектором признаков  $X$ , принадлежит к классу  $W_e$ ” является истинным. Функции вида (2)

должны быть получены для каждого из  $k$ -классов территорий, причем, обязательным является выполнение условия:  $fW_s(X) \wedge fW_t(X) = 0, s \neq t$ .

Если перейти к лингвистической интерпретации и любую конъюнкцию считать словом, состоящим из букв вида  $X_1^{\delta^1}, \dots, X_n^{\delta^n}$ , то каждое такое слово указывает какими качествами должна обладать (или не обладать) территория, принадлежащая данному классу. Решающая функция (2) содержит  $m_\epsilon$  конъюнкций, определяющих альтернативные высказывания.

Предложенный в работе [3] подход к оценке коэффициента аттрактивности территории или рекреационного объекта адекватно решает эту задачу. Однако, необходимо отметить, что аттрактивность лишь одно из свойств территории, подлежащей экспертизе. И хотя аттрактивность территории отражает часть ее социально-экологических свойств, все же для комплексной эколого-социально-экономической экспертизы территории нужен более расширенный перечень признаков, в числе которых может быть и аттрактивность.

В системе экологических критериев в научной практике в Украине и других странах зачастую используют: минимум ущерба от загрязнения и других нарушений природной среды; нормирование потребления природных ресурсов; качество окружающей природной среды; уровень комплексности использования природоресурсного потенциала, его изученность; удельный вес рекультивируемых земель, интенсивность восстановления возобновляемых ресурсов и др. Каждый из перечисленных критериев действительно оценивают экологическое состояние территории, но не могут претендовать на комплексную ее оценку.

Более близким, в содержательном отношении, комплексным показателем можно считать стратегический экономико-географический критерий, который имеет вид:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i^r}{\sum_{j=1}^m R_{ij}^r} \rightarrow \max, \quad (3)$$

где  $Q_i^r$  – объем продукции, производимый  $i$ -ой отраслью на территории  $g$  из ресурса  $j$ ;  
 $R_{ij}^r$  – объем ресурсов вида  $j$ , используемый отраслью  $i$  в регионе  $g$ .

Однако, дробное выражение стратегического критерия предопределяет неопределенность в знаках и снижает точность получаемых результатов.

Введение коэффициента выхода готовой продукции ( $\gamma_{ij}$ ) из ресурса  $j$  при использовании технологии отрасли  $i$  позволяет не только перейти от задачи дробного программирования к задаче линейного программирования, но и учесть экологическое воздействие производственной деятельности на территории. В этом случае, стратегический критерий примет вид:

$$P = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij}^r \gamma_{ij}^r \rightarrow \max, \quad (4)$$

Отметим, что в целях оптимизации территориального развития важно найти не только ее предельное (стратегическое) состояние функционирования, но и пути продвижения к данному состоянию, т.е. необходимо определить тактику достижения стратегической цели. Тактическое решение оптимизационных проблем зависит прежде всего от имеющихся материальных, трудовых, финансовых и других ресурсов.

Обозначив через  $C_{ij}$  – цену единицы продукции  $i$ -ой отрасли из ресурса  $j$ , тактический критерий (G) получит вид:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij}^r \gamma_{ij}^r C_{ij}^r}{(1 + E_{\text{нп}})^t}, \quad (5)$$

где  $(1 + E_{\text{нп}})$  – коэффициент конкордации;  
 $t$  – период времени развития ЭСЭС.

Учитывая, что коэффициент  $\gamma$  отражает экологические требования, а  $C$  – социальные и экономические, следовательно, критерии  $P$  и  $G$  следует называть эколого-социально-экономическими (соответственно стратегическим и тактическим).

Вместе с тем, вышеуказанный критерий хотя и отнесен нами к числу комплексных, т.е. оценивающих эколого-социально-экономическую обстановку территории, тем не менее он отражает лишь конечный результат ее использования и не раскрывает механизма (последовательности проведения операции) экспертирования, который на наш взгляд сводится как к определению степени соответствия (или не соответствия) фактически сложившейся на территории эколого-социально-экономической обстановки природным предпосылкам, так и к оценке воздействия каждого из огромного числа признаков на функционирование территории. Осуществление такой оценки возможно только на основе использования информационных (разделяющих) весов каждого из признаков. Методы теории распознавания образов позволяют достичь этого – т.е. получить такую количественную меру признаков.

Методический аппарат теории распознавания образов нашел широкое применение для решения различных хозяйственных задач, в частности при постановке правильного диагноза у больного, при поиске полезных ископаемых, оценивании рекреационных свойств территорий, причем достоверность результатов превысила 95% [4]. Под термином “достоверность” следует понимать оценку качества моделирования, интегрирующую в себе понятие соответствия реальной действительности, обоснованности, надежности, правильности моделирования. Прежде всего следует обратить внимание на вопросы информационной обеспеченности модели т.е. оценки исходной информации с точки зрения условий ее построения. Известно, что одна и та же математическая модель в зависимости от ее информационной обеспеченности может давать хорошие, а в других случаях совершенно не пригодный результаты. В этом смысле прав Д.Григ, когда считает, что “зачастую неудачи в использовании моделей объясняются не присущими им недостатками, а неумелым их применением без учета накладываемых ими ограничений” [5, с. 20]. Так, некоторые модели требуют, чтобы исходные показатели были независимы между собой, имели бы нормальное распределение и т.д. Но специфика географической практики такова, что возможны, а иногда и неизбежны отклонения от требований математических моделей, что может привести к понижению точности.

Задачи распознавания рассматриваются нами как многомерные проблемы на условный экстремум. Их решением является такое правило распознавания (классификации), которое соответствует экстремуму целевой функции – показателю качества распознавания (обеспечения). Поэтому, получаемые правила являются “оптимальными в определенном смысле при точном решении задачи и приближенными к оптимальным, если решение приближенное”.

Использование методического аппарата теории распознавания образов в целях решения оптимизационных задач, позволяет учесть такие особенности как многофакторность, взаимоисключение отдельных вариантов, нелинейность целевой функции.

Использование вышеуказанных оптимизационных критериев в системе экспертных исследований дает возможность определить причины отклонений от нормативных показателей эколого-социально-экономической обстановки в регионе и предложить кардинальные пути их устранения. Широкий спектр использования системы оптимизационных критериев позволит усилить методологическое совершенство эколого-

социально-экономической экспертизы и достичь оптимизации социально-экономического развития территории на основе сочетания развития хозяйства, сохранения природной среды и улучшения условий жизнедеятельности общества.

#### Литература

1. Бажан Л.И., Сорокин А.А. Экономико-математическая модель организации обслуживания туристов на судне //Экономико-математические модели развития отраслей и транспорта. – К.: ИКАН УССР, 1976. – С. 10 – 16.
  2. Knetech I.L., Davis B.K. Comparisens of methods for recreation evalnation. – In. 66. –P. 125 – 142.
  3. Донской В.И., Щербина О.А. Об одном подходе к оценке и анализу аттрактивности рекреационных ресурсов //Применение математических методов в аналитических исследованиях и планировании. – К.: ИКАН УССР, 1978. – С. 78 – 83.
  4. Харкевич А.А. Некоторые матодические вопросы в проблеме опознания //Проблемы передачи информации. – М.: Наука. – 1975. – Т. 1, в. 3. – С. 42 – 48.
- Григ Д. Районы, модели и классы //Модели в географии. – М.: Наука, 1971. – С. 20.