

Д.О. Кривогуз, Ю.Б. Захарова

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ КЕРЧЕНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Введение

В современной мировой экономике доминирует техногенный тип эколого-экономического развития. Это природоёмкий процесс, базирующийся на использовании искусственных средств производства, созданных без учета экологических ограничений. Характерными чертами техногенного типа развития являются интенсивное использование всех видов природных ресурсов, сопровождаемое экономическим ущербом, т.е. негативными эколого-экономическими последствиями в результате хозяйственной деятельности [9, 13].

С позиций эколого-экономической политики можно выделить две обобщенные модели: фронтальная экономика и концепция охраны окружающей среды.

При фронтальной экономике основное внимание уделяется двум факторам экономического роста – труду и капиталу. В этом случае предполагается, что природные ресурсы неистощимы, а уровень их потребления по отношению к возможностям их восстановления не является определяющим [12, 15]. При этом вне рассмотрения остаются и последствия экономического развития в виде различного рода загрязнений, деградации окружающей среды и ресурсов, а также обратные связи между экологической деградацией и экономическим развитием, состоянием трудовых ресурсов, качеством жизни населения [1, 11].

Сущность концепции фронтальной экономики не вызывала возражений, пока неограниченный экономический рост в силу относительно низкого уровня развития производительных сил и больших возможностей саморегуляции биосферы не привел к возникновению глобальных экологических проблем [8]. В силу чего нарастание экологической напряженности привело к становлению концепции охраны окружающей среды.

Материалы и методы

Для расчета эколого-экономического потенциала был использован метод весомости признака,

он имеет достаточно много преимуществ, но стоит отметить, что определенного руководства по выбору методики нет [5]. Выбор данного метода был основан на количестве данных пространственного разрешения, взаимосвязанных между собой [2, 3, 7]. Метод весомости признака представляет собой статистический метод анализа данных, использующий Байесовский подход в лог-линейной форме с использованием априорной и постериорной вероятности, и зачастую применяется в том случае, когда данных для проведения анализа достаточно, чтобы оценить относительную значимость факторов статистическими средствами [10, 19].

Пространственный анализ заключается в том, что при анализе факторов для заданного числа ячеек сетки $N\{D\}$, содержащих событие D , и общего количества ячеек сетки $N\{T\}$ априорная вероятность выражается по следующей формуле:

$$P\{D\} = \frac{N\{D\}}{N\{T\}}. \quad (1)$$

Постериорная вероятность проявления определяет наличие или отсутствие фактора и обозначается через $P\{D|B\}$ и $P\{D|\bar{B}\}$ соответственно. $P\{D|B\}$ и $P\{D|\bar{B}\}$ означают постериорные вероятности нахождения ячеек сетки фактора B в ячейках сетки территории D .

Весовые коэффициенты для бинарных факторов определяются по формулам:

$$W^+ = \log_e \frac{P\{B|D\}}{P\{B|\bar{D}\}}, \quad (2)$$

$$W^- = \log_e \frac{P\{\bar{B}|D\}}{P\{\bar{B}|\bar{D}\}}, \quad (3)$$

где W^+ и W^- – весовые коэффициенты отсутствия или присутствия эколого-экономических факторов, соответственно.

При использовании метода весомости признака в ГИС весовые коэффициенты рассчитываются по следующим формулам:

$$W_i^+ = \log_e \left(\frac{\frac{N_{pix1}}{N_{pix1} + N_{pix2}}}{\frac{N_{pix3}}{N_{pix3} + N_{pix4}}} \right), \quad (4)$$

$$W_i^- = \log_e \left(\frac{\frac{N_{pix2}}{N_{pix1} + N_{pix2}}}{\frac{N_{pix4}}{N_{pix3} + N_{pix4}}} \right). \quad (5)$$

Показатели N_{pix1} , N_{pix2} , N_{pix3} и N_{pix4} рассчитываются согласно матрице используемости ячеек сетки, представленной в табл. 1.

Весовые коэффициенты также используются для нахождения показателя контраста (C), который определяет меру корреляции между доминирующими и рецессивными факторами.

$$C = W^+ - W^- \quad (6)$$

При расчете меры корреляции между факторами, были получены значения контраста от (-6 до +6).

Конечным результатом анализа с помощью метода весомости признака является расчет показателя индекса эколого-экономической устойчивости LSI .

$$LSI = \exp \left(\sum W^+ + \ln(O_f) \right), \quad (7)$$

где O_f – весовые коэффициенты проявления фактора на исследуемой территории, которые находятся по формуле:

$$O_f = \frac{P_f}{(1 - P_f)}, \quad (8)$$

$$P_f = \frac{A_f}{A_i}, \quad (9)$$

где A_f – часть района исследований, A_i – общая площадь исследуемой территории.

Также важно отметить, что использование метода весомости признака подразумевает под собой

разделение всех исходных данных на две группы: тестовую и обучающую выборки. Это связано с необходимостью проверки работы модели на адекватность. Для расчетов показателя чувствительности территории к необходимому фактору используется обучающая выборка, в то время как для проверки модели – тестовая [4].

При проверке результатов анализа были использованы готовые данные для подтверждения присутствия фактора в границах исследуемой территории. Также существует альтернативный способ [5, 6] – площадь под кривой (AUC – Area under curve). Этот показатель определяется по формуле:

$$AUC = \sum_{i=0}^n (x_i - x_{i-1}) \times y_i - \left[\frac{(x_i - x_{i-1})(y_i - y_{i-1})}{2} \right], \quad (10)$$

где x_i – доля исследуемой территории, y_i – доля территории с наличием исследуемых факторов.

Проверка результатов проводилась по формуле (10), рассчитанный коэффициент ошибки данного анализа составляет 8%.

При проведении многофакторного анализа были использованы как экологические (рельеф, почвенный покров, климат и т.д.), так и экономические факторы (землепользование, транспортные узлы, число объектов бытового обслуживания, розничной торговли, предприятий по утилизации и обезвреживанию отходов и иные объекты инфраструктуры).

Результаты

Результаты анализа представлены в виде картографической сетки, где каждый пиксель обозначает отдельно взятое место на карте, с пространственным разрешением 60 м² на пиксель (рис. 1).

На представленной карте видно, что потенциально благоприятными районами являются Северо-Восточная часть Керченского полуострова, а Южная и Юго-Западная части характеризуются низким уровнем эколого-экономического развития. Такой результат напрямую зависит от уровня урбанизации

Таблица 1

Матрица используемости ячеек сетки

Территория	Фактор	
	Присутствие	Отсутствие
Присутствие	N_{pix1}	N_{pix2}
Отсутствие	N_{pix3}	N_{pix4}

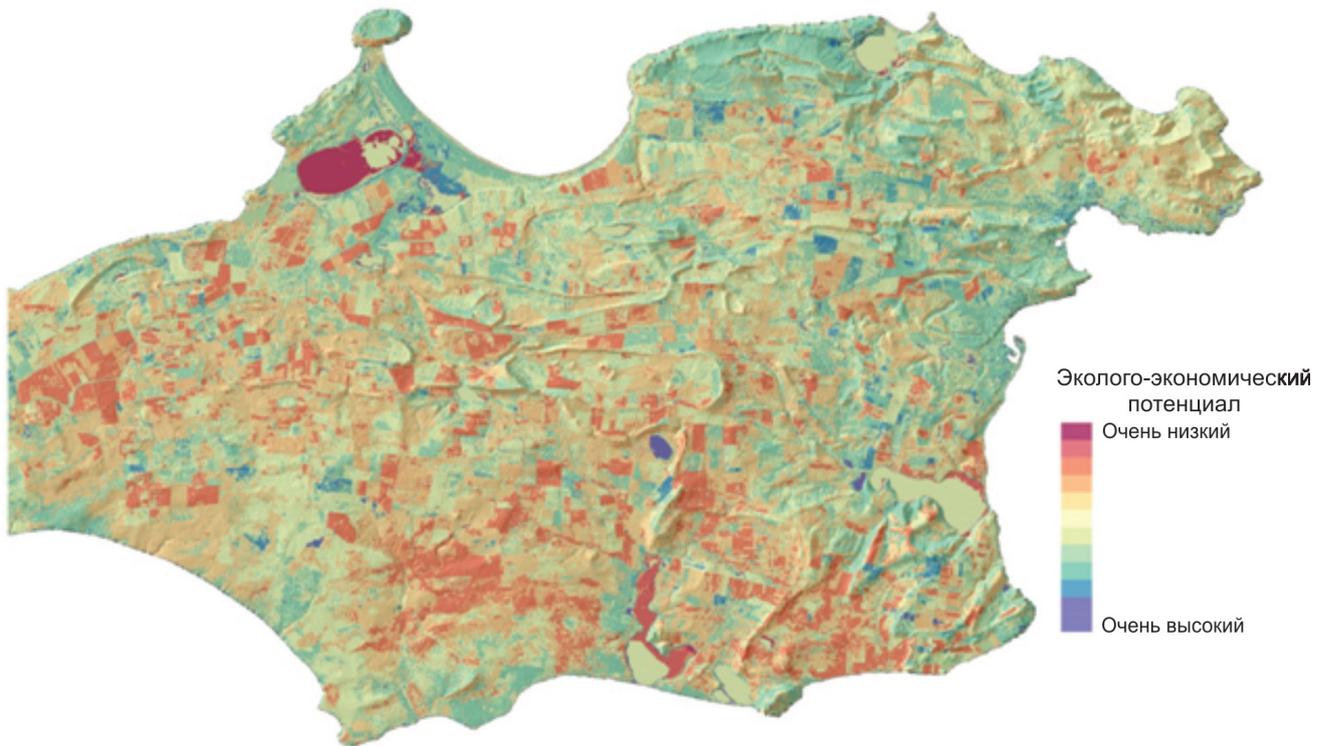


Рис. 1. Эколого-экономические потенциал Керченского полуострова

территории, природно-ресурсного потенциала, зон рекреации, инфраструктуры и т.д.

Неравномерность природно-ресурсного, производственного, туристско-рекреационного, транзитно-транспортного, трудового потенциала, а также их экономическая специализация и уровень развития инфраструктуры стали причиной диспропорциональности развития полуострова.

Конкурентоспособность туристско-рекреационного комплекса также неуклонно падает. Неорганизованность приводит к неудовлетворительному качеству сопутствующих услуг и нерациональному использованию рекреационного потенциала, низкому уровню развития рекреационной инфраструктуры и транспортного обслуживания. Ограниченность производственного комплекса Керченского полуострова обусловлена монопольным положением предприятий на локальных (местных) рынках. Ситуацию усложняют устаревшая материально-техническая база, высокий уровень изношенности основных производственных фондов, устаревшие технологии, а также высокие показатели энерго- и ресурсоемкости промышленного производства. Неудовлетворительным остается уровень внедрения энергосберегающих технологий, технологических инноваций и мер по экологизации производства на предприятиях [15, 18].

Значительными являются противоречия между развитием производственного комплекса, вызываю-

щим загрязнение окружающей природной среды и сельскохозяйственного комплекса, требующего соблюдения чистоты окружающей природной среды, обусловленные применением устаревших и ресурсоемких производств, которые усиливают антропогенное влияние на окружающую среду и выводят земли из сельскохозяйственного и рекреационного использования.

Основные направления для достижения оптимального эколого-экономического развития включают: ограничения техногенного типа экономического развития, структурную перестройку экономики в направлении экологизации, развитие малоотходных и ресурсосберегающих технологий [18]. Также важным принципом должен стать интегральный подход к экономике и экологии, анализ единой природно-продуктовой системы.

Обсуждение

Таким образом, для преодоления напряженной экологической ситуации и практического решения возникающих эколого-экономических проблем Керченского полуострова необходим переход к новой идеологии, к экологизации экономики и производства. В связи с бурным развитием Керченского полуострова как трансграничного участка между материковой частью России и Крымом, как будущей туристической «меккой» возрастает экологическая нагрузка на регион. В такой ситуации особую

актуальность приобретают исследования, связанные с комплексной оценкой эколого-экономического состояния территорий.

На основе теоретико-методологических подходов и статистических данных был произведен многофакторный анализ с целью определения участков Керченского полуострова, которые позволят сохранить эколого-экономический баланс, в условиях их стремительного развития, а также размещения объектов инфраструктуры любой направленности в их границах.

Расчет проводился с помощью метода весомотности признака, данный метод хорошо применим при наличии большой базы пространственных данных, которая в значительной мере описывает факторы, влияющие на эколого-экономическое развитие исследуемой территории.

Анализ показал, что потенциально благоприятными районами являются Северо-Восточная часть Керченского полуострова, а Южная и Юго-Западная части характеризуются низким уровнем эколого-экономического развития. Такой результат напрямую зависит от неравномерного распределения природно-ресурсного, производственного, туристско-рекреационного, транзитно-транспортного, трудового потенциала, а также их экономической специализации и уровня развития инфраструктуры.

На сегодняшний день существует множество направлений для оптимизации развития Керченского полуострова, основным является реализация ключевых проектов стратегического значения для повышения эколого-экономического потенциала исследуемого района.

Ключевые слова: ГИС, Керченский полуостров, эколого-экономическое развитие, метод весомотности признака, геопрограммный анализ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Atkinson G., Duburg R. Measuring sustainable development: macroeconomics and the environment. – UK : Pearce Edvard Elgar Publishing, 2010. – 117 p.
2. Bossel H. Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications. A Report to the Balaton Group. International Institut for Sustainable Development. – Canada : Manitoba, 2003. – 333 p.
3. Brown T.S., Bergstrom J.C. Loomis J.B. Defining, valuing and providing ecosystem goods and services // Natural Resources J. – 2007. – Vol. 47 – P. 329-369.
4. Heemskerk B., Sustainable development reporting. Striking the balance. – UK : Pearce Edvard Elgar Publishing, 2002. – 111 p.
5. Pagiola S., von Ritter K., Bishop J. Assessing the Economic Value of Ecosystem Conservation. – World Bank, 2004. – 135 p.
6. Bocharov G. Modelling the dynamics of LCMV infection in mice: Conventional and exhaustive CTL Responses // J. Theor. Biol. – 1998. – 192(3). – P. 283-308.
7. Акимова Т.А., Батоян В., Моисеенков О. Основные критерии экоразвития. – М. : Изд-во РЭА, 1994. – 56 с.
8. Акимова Т.А., Хаскин В. Основы экоразвития : учебное пособие. – М. : Изд-во РЭА, 1994. – 312 с.
10. Алферова Т.В. Концептуальное моделирование определения категории «устойчивое развитие» // Журнал экономической теории. – 2012. – № 4. – С. 46-52.
11. Ахметишина А.Р. Регулирование экономико-экологических отношений в рамках устойчивого развития экономической системы : автореферат дис. ... д-ра экон. наук. – Казань, 2011. – 47 с.
12. Бобылев С.Н. Индикаторы устойчивого развития России (эколого-экономические аспекты). – М. : ЦППИ, 2001. – 107 с.
13. Балацкий О.Ф. Экономика и качество окружающей среды. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 190 с.
14. Бочаров Г.А. Прикладные проблемы математического моделирования. – СПб. : Питер, 2000. – 40 с.
15. Гирусов А.В. Экология и экономика природопользования : учебник для вузов. – М. : Закон и право, ЮНИТИ, 1998. – 455 с.
16. Горбанев В.А. Эколого-экономические индексы регионов России [Электронный ресурс] // Портал МГИМО. – URL: <http://www.mgimo.ru/news/experts/document229149.phtml> (дата обращения 7.04.2017).
17. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики. – М. : Изд. дом ГУ ВШЭ, 2004. – 495 с.
18. Закон Республики Крым от 28.12.2016 года № 325/ЗПК 2017 «О стратегии социально-экономического развития Республики Крым до 2030 года» [Электронный ресурс]. – URL: <http://crimea.gov.ru/textdoc/ru/7/act/352z.pdf> (дата обращения 09.04.2017).
19. Лемешев М.Я. Эколого-экономическая модель природопользования. Всесторонний анализ окружающей природной среды. – Л. : Гидрометеиздат, 1976. – С. 266-276.