

## **МЕТОДОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КРЫМА**

**В.А. ИВЧЕНКО**

Выполнена постановка задачи устойчивого развития полуострова Крым как сложной системы, содержащей подсистемы экономической, экологической и социальной природы. Для решения этой задачи предложена совокупность методов, основанных на применении метрики исследования устойчивого развития, процедур сценарного анализа и технологического предвидения.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В работе [1] на системной основе выполнен качественный анализ взаимосвязанных природных, экономических, социальных, политических аспектов развития полуострова Крым и обоснована стратегия его устойчивого развития. Основная предпосылка к созданию такой стратегии состоит в объективно сложной ситуации в политической, экономической и социальной сферах этого региона и чрезвычайно низкой эффективности мер, принимаемых для позитивного изменения ситуации. По данному вопросу за время независимости Украины было принято свыше 20 Указов и Распоряжений Президента Украины, ряд решений Совета национальной безопасности и обороны Украины, 50 нормативно-правовых актов Кабинета Министров Украины, который, в частности, соответственно в 2006 и 2007 гг. утвердил Планы социально-экономического развития Севастополя и Автономной Республики Крым.

Однако практически все принятые решения страдают разбалансированностью, несогласованностью, а порой и противоречат друг другу, что является следствием использования при их разработке устаревших методологических подходов и недостаточного использования новейших достижений отечественной и зарубежной науки в сфере системного анализа, устойчивого развития и моделирования сложных систем. В результате принятые решения не являются целостными, последовательными элементами единой стратегии и не обеспечивают практического улучшения ситуации. Это вызывает необходимость разработки стратегии и эффективной методологии устойчивого развития Крыма, в рамках которой предполагается определить приоритетные направления его инновационного развития, сформулировать подходы к устранению основных проблем полуострова и обосновать применение наиболее эффективных методов решения указанных задач с широким привлечением отечественных и зарубежных научно-технических достижений.

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КРЫМА

Под устойчивым развитием Крыма будем понимать системную координацию экологического, экономического и социального развития региона таким образом, чтобы от поколения к поколению удовлетворялись базовые потребности каждого человека, но при этом не ухудшались природные условия, не снижались качество и безопасность жизни людей [Комиссия ООН по устойчивому развитию, 1996].

Таким образом, это определение системно объединяет три главных составляющих устойчивого развития Крыма: экономическую, экологическую и социальную.

**Экономическая составляющая** [2] — это оптимальное использование ограниченных ресурсов Крыма и применение природо-, энерго- и материалосберегающих технологий для создания потока совокупного дохода, который бы обеспечивал, по крайней мере, сохранение (не уменьшение) совокупного капитала (физического, естественного или человеческого), с использованием которого этот доход создается.

**Экологическая составляющая** [2] — это обеспечение целостности биологических и физических естественных систем, их жизнеспособности, от чего зависит региональная стабильность биосферы полуострова. Особое значение приобретает способность таких систем самовосстанавливаться и адаптироваться к различным изменениям, вместо сохранения в определенном статическом состоянии или деградации и потери биологического разнообразия.

**Социальная составляющая** [2] ориентирована на человеческое развитие, сохранение стабильности общественных и культурных систем, уменьшение количества конфликтов в обществе. Человек должен стать не объектом, а субъектом развития. Социальная составляющая должна участвовать в процессах формирования жизнедеятельности полуострова, принятии и реализации решений, контроле над их выполнением. Большое значение для обеспечения этих условий имеет справедливое распределение благ между людьми (уменьшение так называемого Gini-индекса), плюрализм мнений и толерантность в отношениях между ними, сохранение культурного капитала и его разнообразия, в первую очередь, наследия не доминирующих культур.

Системное согласование и баланс описанных составляющих — главная тема этого исследования. В частности, взаимная связь социальной и экологической составляющих приводит к необходимости сохранения одинаковых прав нынешних и будущих поколений полуострова на использование природных ресурсов. Взаимодействие социальной и экономической составляющих требует достижения справедливости при распределении материальных благ между людьми и предоставления целенаправленной помощи малоимущим. И, наконец, взаимосвязь природоохранной и экономической составляющих требует стоимостной оценки техногенных влияний на окружающую среду. Решение этих задач на единой системной основе — приоритетная цель правительства, авторитетных научных центров Крыма и всего населения полуострова.

## ПРИМЕНЕНИЕ МИУР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОЦЕССОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КРЫМА

В данной работе используется метрика исследования устойчивого развития (МИУР) для измерения процессов устойчивого развития [2] с учетом указанных трех составляющих и обосновано применение методов технологического предвидения для определения основных факторов (категорий политики и индикаторов), формирующих каждую составляющую. Исследования выполнены Институтом прикладного системного анализа Национальной академии наук Украины и Министерства образования и науки Украины согласно договору 2008 г. с Государственным комитетом Украины по инвестициям и инновациям [1, 4, 5].

Важной проблемой концепции устойчивого развития Крыма является формирование системы измерения для количественного и качественного оценивания этого очень сложного процесса.

Согласно МИУР [2], устойчивое развитие Крыма будем оценивать с помощью соответствующего индекса  $I_{sd}$  в пространстве трех измерений: экономического  $I_{ec}$ , экологического  $I_e$  и социально-институционального  $I_s$  (рис. 1). Этот индекс является вектором, норма которого определяет уровень устойчивого развития, а его пространственное положение в системе координат  $I_{ec}$ ,  $I_e$ ,  $I_s$  — меру «гармоничности» этого развития (степень гармонизации устойчивого развития  $G$ ).

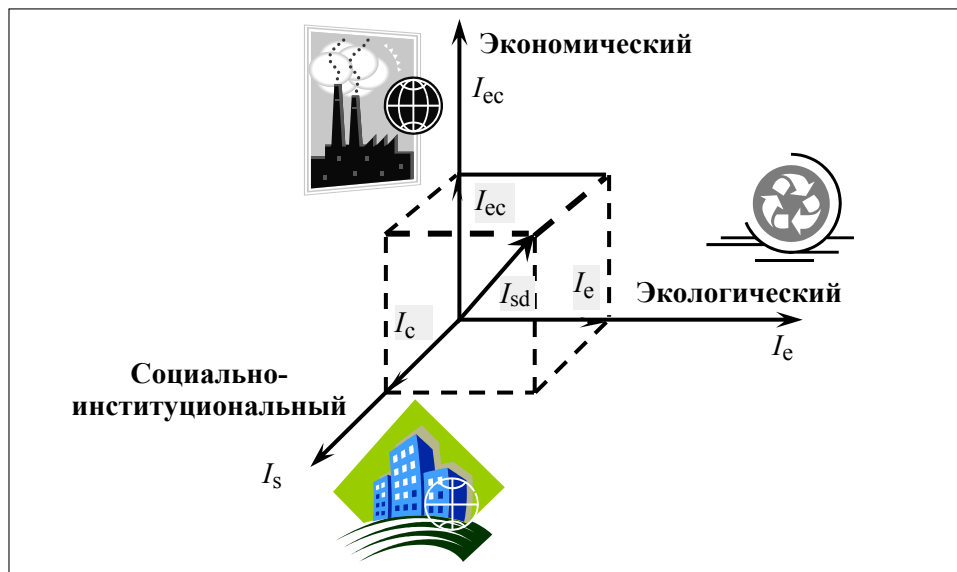


Рис. 1. Измерения устойчивого развития Крыма

Равноудаленность вектора  $I_{sd}$  от каждой из координат ( $I_{ec}$ ,  $I_e$ ,  $I_s$ ) будет отвечать наибольшей гармоничности устойчивого развития. Приближение же этого вектора к одной из координат будет указывать на приоритетное развитие по соответствующему измерению и пренебрежение двумя

другими. Индекс  $I_{sd}$  и степень гармонизации устойчивого развития  $G$  вычисляются по своим составляющим  $I_{ec}$ ,  $I_e$ ,  $I_s$ .

Как следует из [2], индекс устойчивого развития  $I_{sd}$  и степень его гармонизации  $G$  должны определяться с использованием группы агрегированных факторов, называемых категориями политики (комплексных подындексов), и группы простых индикаторов. Для Крыма эти категории политики и индикаторы должны быть определены отдельно, с помощью дополнительных исследований, которые будут представлены ниже. На основе описания взаимосвязей между различными категориями политики и индикаторами, приведения их к единой вычислительной платформе математическая модель МИУР [2] для Крыма приобретает структуру, показанную на рис. 2.

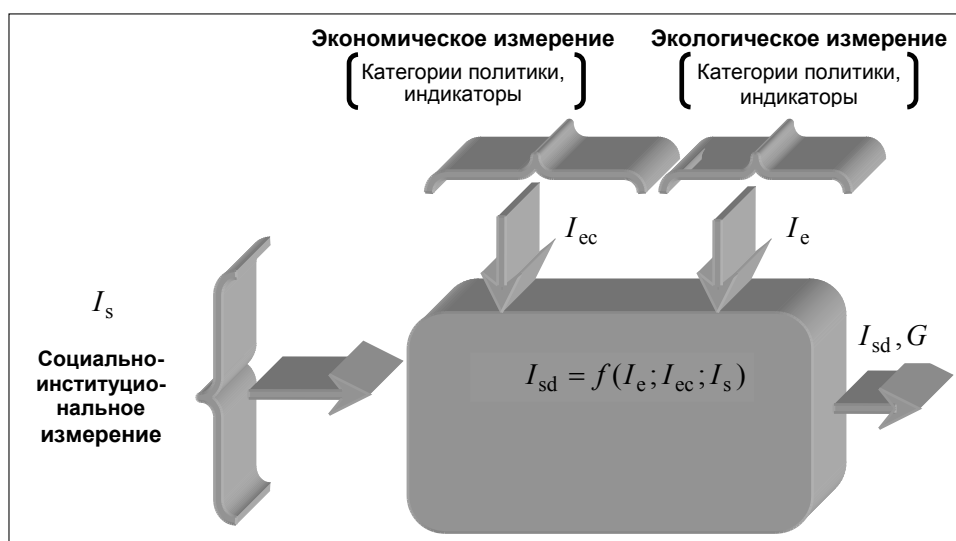


Рис. 2. Структура математической модели МИУР для Крыма

При этом учитывалось, что все данные, индикаторы и индексы, которые должны входить в модель (рис. 2), измеряются с помощью различных физических величин, имеют различные интерпретации и изменяются в разных диапазонах. Поэтому они должны быть приведены к нормируемому виду таким образом, чтобы их изменения происходили в диапазоне от 0 до 1. В этом случае наихудшие значения указанных индикаторов будут отвечать числовым величинам, близким к 0, а наилучшие — приближаться к 1. Эта нормализация позволит рассчитать каждый из индексов  $I_{ec}$ ,  $I_e$ ,  $I_s$  и  $I_{sd}$  через его составляющие с соответствующими весовыми коэффициентами. В свою очередь, весовые коэффициенты в формулах расчета индекса устойчивого развития  $I_{sd}$  должны выбираться таким образом, чтобы обеспечивать равные веса экономического, экологического и социального измерений в системе координат  $(I_{ec}, I_e, I_s)$ .

Под степенью гармонизации устойчивого развития (рис. 3) будем понимать угол между вектором  $I_{sd}$  с нормой [2]

$$\|I_{sd}\| = \sqrt{I_{ec}^2 + I_e^2 + I_s^2}$$

и «идеальным» вектором, равноудаленным от каждой из координат ( $I_{ec}$ ,  $I_e$ ,  $I_s$ ) с нормой

$$\|I_i\| = \sqrt{1^2 + 1^2 + 1^2}.$$

Этот угол измеряется в градусах и определяется соотношением

$$\alpha = \arccos \left( \frac{I_{ac} + I_a + I_s}{\sqrt{3} \sqrt{I_{ac}^2 + I_a^2 + I_s^2}} \right).$$

Он изменяется в пределах

$$0 \leq \alpha \leq \alpha_{\max}; \quad \alpha_{\max} = \arccos \left( \frac{1}{\sqrt{3}} \right).$$

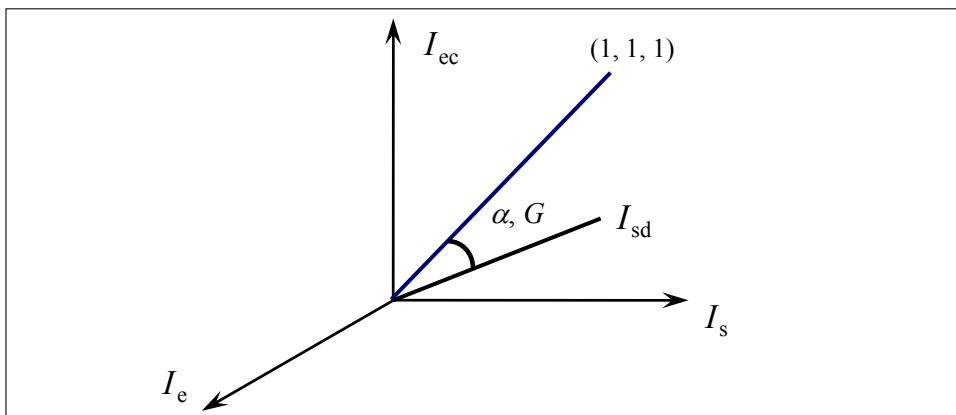


Рис. 3. Степень гармонизации устойчивого развития

По мере приближения угла к 0 степень гармонизации устойчивого развития будет расти. Для удобства сравнения стран по степени гармонизации устойчивого развития приведем этот показатель к следующему нормируемому виду:

$$G = \frac{G' - G_{\min}}{G_{\max} - G_{\min}},$$

где

$$G' = 1 - \frac{\alpha}{\alpha_{\max}}; \quad G_{\max} = 1 - \frac{\alpha_1}{\alpha_{\max}}; \quad G_{\min} = 1 - \frac{\alpha_2}{\alpha_{\max}};$$

$$\alpha_1 = 0, \quad \alpha_2 = \frac{45}{\pi} \arccos \left( \frac{1}{\sqrt{3}} \right).$$

В результате применения такой нормализации степень гармонизации  $G$  будет изменяться в диапазоне  $[0...1]$ , расти по мере приближения  $G$  к 1

и уменьшаться с приближением  $G$  к 0. Таким образом, модель МИУР позволяет вычислять индекс устойчивого развития  $I_{sd}$  и степень гармонизации этого развития для предприятий, больших городов и населенных пунктов Крыма, для которых имеются данные по экономическим, экологическим и социальным факторам (категориям политики и индикаторам).

Определение этих факторов для решения задач устойчивого развития предприятий и больших городов Крыма целесообразно выполнять на основе методологии технологического предвидения [3, 4, 5].

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИЙ ПОЛИТИКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КРЫМА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДВИДЕНИЯ

Предвидение, и в первую очередь технологическое, приобретает роль важнейшей методологии инновационного и социально-экономического развития современного общества как на национальном или региональном уровне, так и на уровне отдельных отраслей промышленности или крупных организаций и компаний. Используем эту методологию для определения основных категорий политики устойчивого развития Крыма с учетом выполненного качественного анализа полуострова Крым как сложной системы с взаимосвязанными элементами различной природы [1]. Выполненное на первом этапе технологического предвидения предварительное исследование проблемы с привлечением SWOT анализа [2] и выделением конкурентоспособных кластеров по методике М. Портера [6] позволило получить информационную платформу для осуществления следующих этапов разработки стратегии и построения альтернативных сценариев устойчивого развития Крыма.

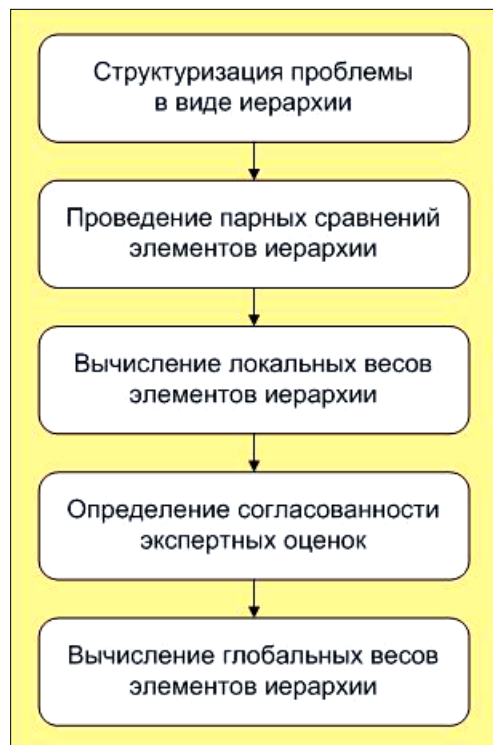


Рис. 4. Этапы МАИ

Разработку стратегии устойчивого развития Крыма будем проводить на основании методологии сценарного анализа в соответствии с последовательностью таких этапов предвидения: качественного анализа проблемы, написания сценариев, их анализа и отбора. Методология сценарного анализа представляет собой иерархическую систему методов решения задач предвидения и представляет единый системный подход к построению альтернатив сценариев [5]. Одним из качественных методов в методологии сценарного анализа является *метод анализа иерархий* (МАИ) (рис. 4).

МАИ предложен Т. Саати в 1970-х гг. как метод структуризации сложной проблемы в виде иерархии и нахождения коэффициентов относительной важности (приоритетов) элементов этой иерархии, базируясь на экспертных оценках сравнений [7]. Методология МАИ полагает, что эксперты выполняют парные сравнения элементов, находящихся на одном уровне иерархии, относительно элементов вышестоящего уровня. Парные сравнения осуществляются в вербальной фундаментальной шкале из 9 градаций, выражающих степень превосходства одного элемента над другим: одинаковая важность (1), слабое (3), сильное (5), очень сильное (7), абсолютное (9) превосходство и промежуточные между ними оценки важности (в скобках даны числовые эквиваленты). По результатам сравнений формируются матрицы парных сравнений, которые являются квадратными, положительными и обратносимметричными. Вектор относительных коэффициентов важности — собственный вектор, соответствующий наибольшему собственному числу этой матрицы.

Процедура получения экспертной информации методом парных сравнений — одно из основных преимуществ МАИ по сравнению с другими методами качественного анализа, так как позволяет оптимальным образом учесть психофизиологические особенности человека-эксперта.

Результатом работы МАИ являются глобальные веса элементов иерархии относительно главной цели принятия решений. Они вычисляются методом линейной свертки весов элементов промежуточных уровней. Полученные глобальные веса можно использовать для принятия решения только тогда, когда исходные экспертные оценки, по которым вычислены эти веса, являются достаточно согласованными. Для оценивания согласованности экспертных оценок вычисляется индекс согласованности матрицы парных сравнений

$$CI(n) = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1),$$

где  $\lambda_{\max}$  — максимальное собственное число матрицы парных сравнений размерности  $n \times n$ .

Экспертная информация не содержит противоречий и является согласованной тогда и только тогда, когда индекс согласованности близок к нулю. Если же в оценках экспертов присутствуют противоречия, то индекс согласованности — положительная величина, большие значения которой свидетельствуют о более высоком уровне несогласования. Для проверки достаточности степени согласованности экспертных оценок нормированное значение индекса согласованности  $CR(n) = CI(n) / MRCI(n)$  сравнивается с пороговым значением: если  $CR(n)$  превышает порог, то экспертная информация имеет слишком высокий уровень противоречивости и полученные веса не могут использоваться в процессе принятия решения. Величина  $MRCI(n)$ , присутствующая в выражении для  $CR(n)$ , — это среднее значение индексов согласованности для заполненных случайным образом матриц парных сравнений и определяется по таблицам в зависимости от размерности матрицы.

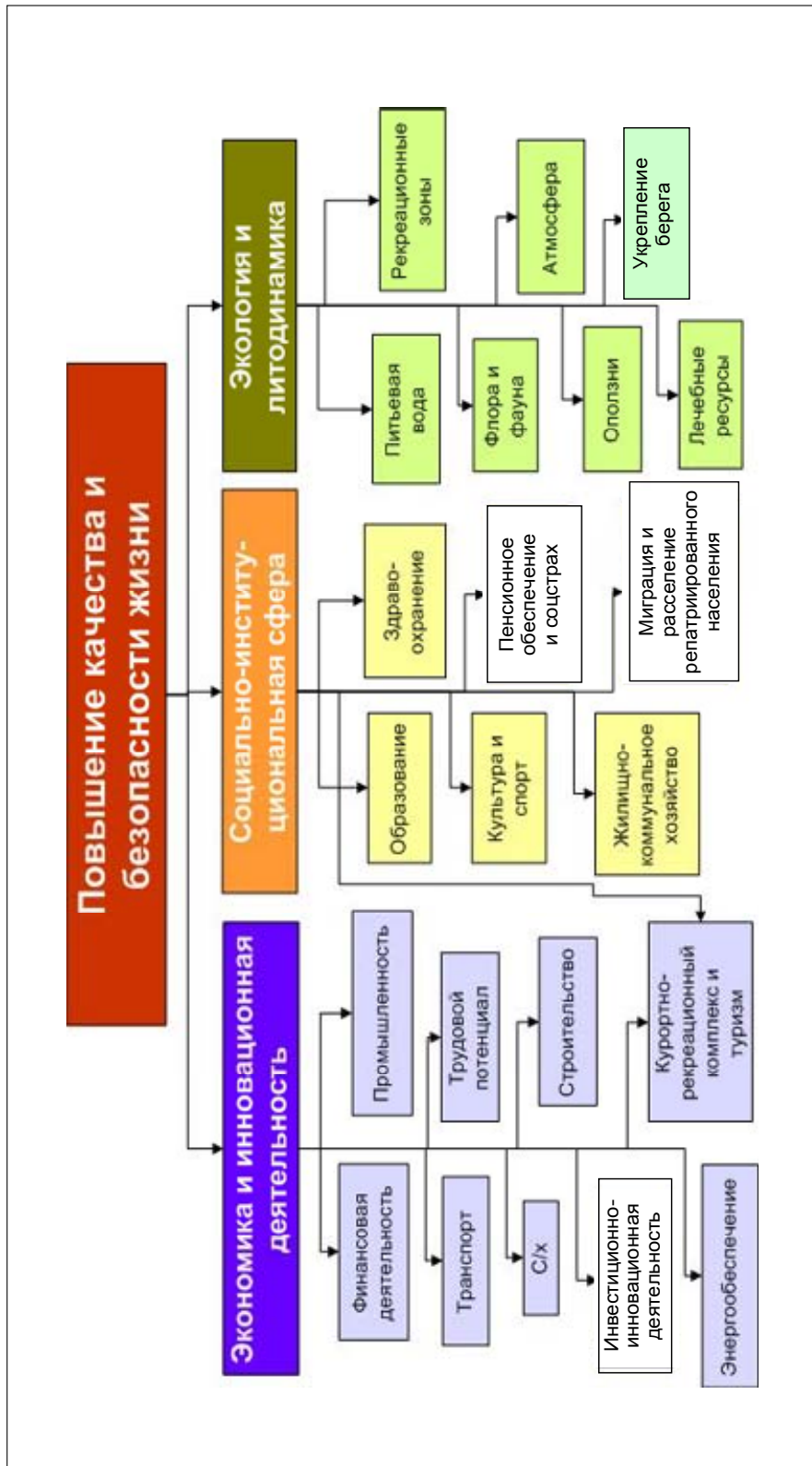


Рис. 5. Иерархия проблем устойчивого развития Крыма



Основываясь на концепции МИУР (см. рис. 1), рассмотрим решение задачи определения наиболее приоритетных сфер повышения качества жизни и безопасности населения в рамках устойчивого развития полуострова Крым с использованием МАИ (рис. 5).

Опишем процедуру экспертного оценивания [2].

**На первом этапе** определялись индикаторы важности элементов первого уровня приведенной выше иерархии. Были приглашены 16 квалифицированных экспертов из экономической, экологической и социальной сфер деятельности. Им была предложена форма вопросника (рис. 6). Для каждой пары элементов ставился вопрос: «Укажите, какая из двух сфер является более важной, исходя из повышения качества и безопасности жизни населения Крыма, и какова, на Ваш взгляд, степень превосходства этих сфер». В качестве примера ответы одного из экспертов приведены на рис. 6.

Экономика и инновационная деятельность										Социально-институциональная сфера
Абсолютное превосходство	Очень сильное	Сильное	Слабое	Одинаковы	Слабое	Сильное	Очень сильное	Абсолютное превосходство		
Экономика и инновационная деятельность										Экология и литодинамика
Абсолютное превосходство	Очень сильное	Сильное	Слабое	Одинаковы	Слабое	Сильное	Очень сильное	Абсолютное превосходство		
Социально-институциональная сфера										Экология и литодинамика
Абсолютное превосходство	Очень сильное	Сильное	Слабое	Одинаковы	Слабое	Сильное	Очень сильное	Абсолютное превосходство		

Рис. 6. Оценивание важности сфер жизнедеятельности Крыма на примере заключений одного из экспертов

Матрица парных сравнений, соответствующая приведенным на рис. 6 оценкам эксперта, имеет вид

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 1/3 & 1 & 1/5 \\ 1 & 5 & 1 \end{pmatrix}.$$

Индикаторы относительной важности элементов первого уровня иерархии для проблемы повышения качества и безопасности жизни населения Крыма, определенные согласно методологии МАИ, приведены в табл. 1.

Полученные в результате опроса экспертные оценки не содержат противоречий и являются согласованными (индекс согласованности  $CR = 0,028$ ), что позволяет доверять количественным оценкам, вычисленным на их основе.

**Таблица 1.** Индикаторы относительной важности элементов первого уровня иерархии

Проблемы устойчивого развития	Индикаторы относительной важности
Экономика и инновационная деятельность	0,405
Социально-институциональная сфера	0,114
Экология и литодинамика	0,481
Индекс согласованности	CR=0,028

**На втором этапе** исследования экспертам предлагались аналогичные формы вопросника для получения оценок сравнения элементов второго уровня иерархии. Например, при сравнении сфер экономической инновационной деятельности Крыма эксперт отвечал на вопрос: «Укажите, какая сфера осуществляет больший вклад в экономику и инновационную деятельность Крыма и какова, на Ваш взгляд, степень превосходства указанной Вами сферы».

Полученные в результате второго тура опроса экспертные оценки также не содержат противоречий и являются согласованными (индекс согласованности  $CR = 0,051$ ), что позволяет доверять количественным оценкам, вычисленным на их основе.

Относительная важность экономической и инновационной составляющих жизнедеятельности Крыма иллюстрируется табл. 2.

**Таблица 2.** Индикаторы относительной важности экономической и инновационной составляющих жизнедеятельности Крыма

Экономика и инновационная деятельность (0,405)	Индикаторы относительной важности
Промышленность	0,033
Финансовая деятельность	0,014
Транспорт	0,061
Трудовой потенциал	0,015
Сельское хозяйство	0,010
Строительство	0,011
Инвестиционно-инновационная деятельность	0,056
Курортно-рекреационный комплекс и туризм	0,126
Энергообеспечение	0,079
Индекс согласованности	CR=0,051

Относительная важность социально-институциональной составляющей жизнедеятельности Крыма иллюстрируется табл. 3.

**Таблица 3.** Индикаторы относительной важности социально-институциональной составляющей жизнедеятельности Крыма

Социально-институциональная составляющая (0,114)	Индикаторы относительной важности
Образование	0,013
Здравоохранение	0,020
Культура и спорт	0,009
Пенсионное обеспечение и соцстрах	0,008
Жилищно-коммунальное хозяйство	0,039
Курортно-рекреационный комплекс и туризм	0,017
Миграция и расселение репатриированного населения	0,008
Индекс согласованности	CR=0,061

Относительная важность экологического состояния Крыма иллюстрируется табл. 4.

**Таблица 4.** Индикаторы относительной важности экологического состояния Крыма

Экология и литодинамика (0,481)	Коэффициенты относительной важности
Питьевая вода	0,062
Рекреационные зоны	0,119
Флора и фауна	0,027
Атмосфера	0,019
Оползни	0,108
Укрепление берега	0,071
Лечебные ресурсы	0,075
Индекс согласованности	CR=0,1

Наиболее важные составляющие экономики и инновационной деятельности, обуславливающие социально-институциональную сферу, экологию и литодинамику Крыма, сведены в табл. 5.

**Таблица 5.** Индикаторы экономики и инновационной деятельности Крыма

Составляющие социально-институциональной сферы, экологии и литодинамики	Индикаторы относительной важности
Транспорт	0,081
Инвестиционно-инновационная деятельность	0,074
Курортно-рекреационный комплекс и туризм	0,323
Энергообеспечение	0,104
Питьевая вода	0,082
Оползни и укрепление берега	0,237
Лечебные ресурсы	0,099

Как следует из выполненного исследования на основе использования МАИ, наиболее приоритетными направлениями для устойчивого развития Крыма являются (в порядке убывания приоритета):

1. Оздоровление курортно-рекреационного комплекса и туризма, улучшение экологического состояния рекреационных и лечебных ресурсов Южного берега Крыма.
2. Борьба с оползнями и укрепление береговой линии.
3. Энергообеспечение.
4. Решение проблемы питьевой воды.
5. Решение проблем транспорта.

## ВЫВОДЫ

Сформулирована задача устойчивого развития Крыма. На основе метода измерения устойчивого развития и методологии технологического предви-

дения научно обоснованы основные категории политики устойчивого развития Крыма. С использованием широкого арсенала методов качественного анализа и результатов выполнения последующих исследований могут быть построены альтернативы сценариев решения проблем в пределах полученных категорий политики устойчивого развития региона. Реализация разработанной стратегии позволит принимать соответствующие решения по сбалансированному устойчивому развитию региона для последующей организации комплекса работ по их практическому воплощению.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Ивченко В.А.* К созданию стратегии устойчивого развития Крыма // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2008. — № 3. — С. 31–41.
2. *Згуровский М.З., Гвишиани А.Д.* Глобальное моделирование процессов устойчивого развития. — Киев: Політехніка, 2008. — 348 с.
3. *Zgurovsky M.Z., Pankratova N.D.* System analysis: Theory and Applications. — Springer. — 2007. — 475 p.
4. *Згуровский М.З., Панкратова Н.Д.* Информационная платформа сценарного анализа задач технологического предвидения // Кибернетика и системный анализ. — 2003. — № 4. — С. 112–124.
5. *Згуровский М.З., Панкратова Н.Д.* Технологическое предвидение. — Киев: Політехніка, 2005. — 165 с.
6. *Майкл Портер.* Конкуренция = Michael E. Porter on Competition. — М.: Вильямс, 2006. — С. 608.
7. *Saaty Thomas L.* Theory of the Analytic Hierarchy Process. Part 2.1 // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2003. — № 1. — С. 48–71.

Поступила 22.10.2008