

УДК 519.6: 539.3

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ И УПРАВЛЕНИЮ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ ОБЩЕСТВА

М.З. ЗГУРОВСКИЙ, Г.А. СТАТЮХА

Дана оценка современного состояния методологических разработок по измерению устойчивого развития (УР) с точки зрения их применимости к решению практических задач. Особое внимание уделяется системным характеристикам объекта управления. Рассмотрены новые и обновленные парадигмы УР общества (институциональная составляющая, цели развития «тысячелетия»). Проведена критическая оценка возможностей методологий измерения УР на основе индикаторов и теории природного капитала. Исследованы различные аспекты управления УР и предложен подход к решению задачи управления УР на базе цикла «использования – восстановления» ресурсов природы и коэффициента устойчивого развития.

ВВЕДЕНИЕ

Ставшее классическим определение устойчивого развития — «это такое развитие общества, когда удовлетворение потребностей сегодняшних поколений не должно ставить под угрозу возможности будущих поколений удовлетворять свои потребности», — высказанное комиссией Брутланд в Рио, является азбучной истиной для тех, кто решает задачи взаимосвязи природы и общества на пути его развития. Но чем дальше мы удаляемся от того времени, когда идея устойчивого развития воспринималась как, скорее, философская парадигма, и чем больше достижений в практической реализации этой идеи, тем чаще возникает желание еще раз оценить ее значимость через призму сегодняшних достижений, задавшись вопросом, а не растеряли ли мы по дороге методологических дискуссий суть идеи устойчивого развития.

По мере того как принципы устойчивого развития овладевают массами людей, правительств и различных общественных организаций, растет сопротивление со стороны господствующих на планете парадигм. По мнению Дж. Кэйрса [1], реализация принципов устойчивого развития наталкивается на два препятствия — исключительность и освобождаемость. Согласно теории исключительности, некоторые представители человечества *исключительны* по отношению к большинству людей и, как следствие, имеют право на заметно непропорциональную долю запасов планеты. Те же, кто поддерживают теорию освобождаемости, полагают, что человеческая изо-

бредательность, технология и творческий потенциал *освобождают* их от железных законов природы, которые ограничивают и управляют другими обитателями Земли. Нетрудно сделать вывод, что указанные препятствия существенно влияют на процесс реализации принципов устойчивого развития. Однако, как бы это ни было трудно сделать, ограниченность ресурсов планеты, возрастающая степень влияния человеческой деятельности на природу заставляют не только задуматься (В.И. Вернадский и его теория ноосферы), но и перевести концептуальные основы устойчивого развития в практическую плоскость. Прежде всего, необходима разработка методологических основ устойчивого развития, чтобы ответить на вопросы, как измерить то или иное явление, затем оценить, насколько эти измерения адекватно его описывают и, наконец, как устойчиво управлять развитием общества.

Мировая научная литература переполнена методологическими работами. К сожалению, приходится констатировать их системную размытость и системную некорректность. Так, разрабатываемые для уровня государства методы оценки состояния устойчивого развития не доводятся до уровня, например, района или предприятия, а попытки практической реализации рекомендаций верхнего уровня приводят к значительным искажениям и, в конечном итоге, рождению какой-то новой методологии нижнего уровня, но уже не согласованной с исходной. Однако здесь важно подчеркнуть другое: еще далекие от совершенства методологии тут же апробируются на практике (Китай, Мексика, Швейцария, Канада и др.), что свидетельствует о голоде на практические руководства по оценке устойчивого развития и принятию соответствующих решений.

В данной работе мы попробуем оценить современное состояние методологических разработок по оценке устойчивого развития с точки зрения их применимости к решению практических задач, уделяя особое внимание системным характеристикам объекта управления. Поэтому для анализа подбирались работы и направления, которые наилучшим образом приближались к практике системных исследований и системному мышлению, а сделанные нами предложения, как нам кажется, в полной мере отвечают принципам системного анализа и поэтому, учитывая огромное достижение системных исследований [2], могут рассчитывать на практический успех.

НОВЫЕ И ОБНОВЛЕННЫЕ ПАРАДИГМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Ввод новой составляющей — институциональной

Сейчас трудно найти научную публикацию, которая по тому или иному поводу не обращалась бы к началу формулирования принципа устойчивого развития — конференции в Рио (1992 г.) и основному документу этой конференции — Agenda 21. Это особенно заметно в последних работах, когда на фоне сотен тысяч публикаций по устойчивому развитию легче всего пояснить свою мысль, сославшись на первоисточник — комиссию Брутланд, где была выдвинута парадигма устойчивого развития. Последнее, как известно, осуществляется через согласование процессов экономического, социального и природоохранного развития общества.

К этому так быстро привыкли, что вначале даже не заметили, что уже в 1996 г. Комиссия по устойчивому развитию ООН (CSD), рекомендуя первые разработки индикаторов устойчивого развития (134 индикатора), предложила включить в их число индикаторы, отображающие *четвертую составляющую устойчивого развития — институциональную*. Это существенная коррекция, ставившая своей целью привлечь внимание к проблеме управления окружающей средой, осталась практически незамеченной широкой общественностью, занятой «перевариванием» трехразмерной оценки устойчивого развития. Наверное, поэтому только в 2001 г. появилась заключительная версия упомянутого выше документа из ООН [3], где все индикаторы делились на четыре направления: экономическое, природоохранное, социальное и институциональное. В работе [4] справедливо отмечается, что «вопрос институций, как четвертой метрики устойчивого развития, немедленно был поставлен в повестку дня, когда была сделана попытка привести в действие (операционализовать) требования Agenda 21». В этой статье был продемонстрирован итог тщательного «просеивания» положений Agenda 21 и приведены как доказательства неизбежности оценки устойчивого развития по институциональной составляющей, так и задачи, которые следовало бы здесь решать. В частности, одной из основных стала проблема адекватного отображения институциональной составляющей в устойчивом развитии.

Подвергается коррекции и исходный имидж устойчивого развития — трехразмерный симплекс превращается в четырехразмерный, т.е. в призму устойчивости [5]. Призма устойчивости — это геометрический образ, иллюстрирующий метрики и связи между ними, обеспечивающие балансный подход к политике устойчивого развития и оценке с ограниченным числом индикаторов. Рассматриваемый подход отличается от многих других, включающих институциональную составляющую, двумя важными особенностями.

Во-первых, каждая составляющая оценки устойчивого развития содержит некоторые ресурсы в виде капиталов (о теории природного капитала см. ниже): *устойчивое развитие* есть функция составляющих: *социальной* (труд, работа – зарплата – отдых, человеческий капитал), *экономической* (доходы, капитал, созданный человеком, финансовый капитал), *экологической* (природа, ресурсы, природный капитал), *институциональной* (социальные структуры, институты, социальный капитал). Во-вторых, предлагается система смешанных оценок — двоичных индикаторов: *эколого-экономических* (например, проблема интенсификации транспорта), *социо-экономических* (продукция на душу населения), *социо-экологических* (проблемы санитарии), *экономико-институциональных* (система социальной безопасности), *эколого-институциональных* (свобода информации). По мнению авторов, такая структуризация проблем (наверное, системная) позволяет уменьшить число рассматриваемых индикаторов для выделенных объектов исследования, не теряя связи с более мощным объектом и упрощая процесс управления устойчивым развитием. Тем не менее, авторы предупреждают, что такой подход обеспечивает лишь определение того, какой путь развития действительно не является устойчивым и лишь открывает возможности формирования политических решений и предпочтений граждан.

Наиболее полно и глубоко мысль о необходимости развития институциональной составляющей устойчивого развития высказана в докладе о мировом развитии [6], где отмечается, что ключевая проблема роста развивающихся стран состоит в обеспечении производительного труда и значительного повышения качества жизни для почти 3 млрд бедных людей, живущих сейчас на менее, чем за \$2 в день, и для 2-3 млрд человек прироста населения планеты на предстоящие 30...50 лет. Главная мысль доклада — создание и совершенствование институтов, которые координируют поведение людей в обществе, стремящемся к устойчивому развитию. Важнейшая черта совершенствования институциональной составляющей — ее многоуровневость (от локального до глобального), когда содействие росту при сохранении экологических и социальных ресурсов будет наиболее эффективным. Авторы доклада выдвигают, на наш взгляд, одну важную идею — инклюзивное (включающее) развитие, обеспечивающее такие условия, при которых сигналы о возникающих экономических, социальных или экологических проблемах принимаются от всех групп общества, и эти группы могут сотрудничать при решении сложных проблем. Очевидно, что требуемые институты и решения сложных проблем устойчивого развития не могут возникнуть в условиях раздробленности интересов и ущемленности прав тех или иных общественных групп, т.е., фактически, в несовершенной политической системе. Естественно, что партнерские отношения между различными участниками этого процесса необходимы как внутри стран, так и на международном уровне. Именно поэтому в докладе рассматривается пространственная перспектива устойчивого развития применительно к местам проживания людей.

Системный подход в такой постановке задачи уже очевиден, и это огромный шаг вперед по сравнению с первоначальной формулировкой решения экологических проблем в 1992 г.

Цели развития тысячелетия — отображение нового этапа в развитии человечества

В фундаментальной работе Комиссий ООН «Цели развития тысячелетия: соглашение наций по прекращению бедности человечества» (MDG) [7] подводится, скорее, печальный итог многообещающих обязательств по развитию человечества в предыдущем десятилетии — мир по-прежнему ухудшается как в социальном направлении (бедность, болезни, низкий уровень образования), так и в отношении окружающей среды. Отмечалось, что более чем 50 стран стали беднее за последние 10 лет. Многие живут под угрозой ВИЧ и СПИД-инфекций. Сокращаются списки учащихся и уменьшается доступ к базовому лечению здоровья людей. Трудно заниматься устойчивым развитием в обществе, где выживание — основной процесс.

В отчете выдвигается идея соглашения по развитию «тысячелетия», которое предлагает наложить двойные обязательства на обе стороны: требования смелых реформ от бедных стран и обязательства стран-доноров двигаться вперед и поддерживать эти усилия. Предлагаемые цели не только способствуют развитию, но и являются также достижимыми для правильной политики при достаточных ресурсах.

«Цели тысячелетия» претендуют на роль некоего «зонтика» для правительств и международного сообщества, ответственных за достижение высо-

кого уровня жизни людей. Анализируя выдвинутые в отчете цели, можно выделить следующее:

- развитие человечества практически сводится к социальным аспектам с возведением бедности на вершину глобального направления;
- парадигма устойчивого развития касается только одной цели;
- здесь не предлагаются конкретные оценки (метрики) для выделенных целей.

Очевидная декларативность целей (авторы это не скрывают) заставляет предположить, что они могут «работать» только в том случае, если опираются на политическую волю и собственные стратегии развития, определяемые передовой наукой, хорошей экономикой и прозрачным, ответственным управлением. Тем не менее, нельзя не согласиться с авторами, что в реальном смысле цели — это манифест для рядовых людей во всем мире, компактные проблемы, связанные во времени, которые им понятны. Кроме того, цели устремлены на поддержку их правительств и широкого международного сообщества. Фактически эти цели восстанавливают акценты в первоначальной формулировке устойчивого развития: первая часть парадигмы «мы не должны отнимать возможность у будущих поколений жить и удовлетворять свои будущие потребности» уравнивается ее второй частью — «удовлетворением потребностей настоящего поколения».

ИЗМЕРЕНИЕ ПРОЦЕССА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Обзор методов измерения устойчивого развития ограниченной (локальной) части общества

В работе [8] проведен краткий анализ предложенных и реализованных систем индикаторов и индексов преимущественно систем индикаторов, предназначенных для оценки устойчивого развития государств. Заметим, что до 2002 г. практически невозможно было встретить работу, которая методологически обоснованно предлагала бы систему метрик устойчивого развития подсистем нижнего уровня. Это объясняется тем, по-видимому, что шел процесс осознания применимости предложенных метрик и накапливался опыт их использования на различных уровнях социально-производственной иерархии.

Начиная с конца прошлого и особенно в начале этого века, резко возросло число работ, где описывается опыт применения метрик устойчивого развития к ограниченной, локальной области или даже к предприятию. Рассмотрим эти достижения более детально.

Первая группа работ связана с попытками переноса методики расчета и анализа индикаторов на уровень города. В работе [9] приводятся результаты внедрения методологии, представляющей собой схему анализа устойчивого развития для местных общин, которая помогает им установить приоритеты устойчивого развития и выполнить необходимые мероприятия. В качестве примера рассматриваются решения по такому индикатору, как потребление электроэнергии гражданами франкоговорящих общин Швейцарии (Лозанна, Вови и др.).

В работе [10] принципы построения индикаторов, разработанные в Йельском и Колумбийском университетах (ранняя версия ESI-2000), реали-

зованы для провинции Шаньдунь (Китай). При этом число переменных, характеризующих экологическую устойчивость провинции, было почти вдвое уменьшено с целью приспособления к местным реалиям (важность показателя, наличие информации).

В работе [11] сделана попытка разработать специальную методологию, основанную на модели DSR («движущие силы – состояние – отклик»), для конкретного района Мексики (район речного бассейна Coatzacoalcos). Индекс устойчивого развития оценивал три основных свойства в каждом из направлений: для экономического — ВВП на душу населения, социально-го — отношение к бедности и экологического — качество воздуха. Построенное дерево устойчивого развития содержит только 21 индикатор, и это число также определялось как особенностями района, так и наличием данных. Разработанные предложения авторы называют «слабой устойчивостью». Тем не менее, практическое применение предложенной методологии подготовило основание для позитивных решений, направленных на устойчивое развитие.

Попытки принятия рекомендаций международных руководств по организации устойчивого развития городских общин в Бразилии [12] встретились с проблемами политического, административного, социального, природоохранного и образовательного характера. Авторы вынуждены были разработать специальную модель управления устойчивым развитием, которая скорее бы определяла направление развития города по «дороге устойчивости». Предполагается, что процесс освоения и реализации людьми множества показателей устойчивого развития может затянуться надолго (не меньше, чем на два поколения). И поэтому существенная роль будет принадлежать умению приспособить общие рекомендации к местным условиям и возможности построить эффективные образовательные системы. Практически к таким же выводам пришли исследователи процесса устойчивого развития китайских городов Гуанчжоу и Гонконг [13].

Рекомендацию ООН по 134 индикаторам исследователи Национального института экологии (INE) в Мексике пытались приспособить к оценке устойчивого развития Мексиканского штата Baja California Sur [14]. Особенностью этого исследования были некоторые методические уточнения в рекомендациях. В частности, использовались метод главных компонент, факторный и корреляционный анализы для выбора наиболее значащих индикаторов по имеющимся статистическим данным.

Вторая группа работ связана с анализом возможностей оценки устойчивого развития либо географических, т.е. естественных объектов (участки земли, леса и т.п.), либо искусственных образований (отрасль промышленности, технологические системы и т.п.).

При анализе устойчивого развития лесов штата Онтарио в Канаде используются различные показатели и индикаторы [15]. Авторы этой работы предложили три экологических индикатора (чистая первичная производительность лесов, чистое производство экосистем, чистое производство биомы) из уже употребляемых 68 индикаторов. Особенностью подхода является *использование балансовой модели развития лесов по углероду*. Модель позволяет рассчитывать указанные индикаторы с учетом возмущений — природных (пожары, «работа» вредителей леса) и вызванных человеком (ле-

созаготовки). Проведенный анализ показал, что у лесов Онтарио есть значительный потенциал функционирования в режиме углеродного стока, благодаря снижению нарушений в экосистемах, увеличению роста и накопления углерода в молодых лесах. В этой работе четко просматривается неформальный подход (баланс углерода) к анализу «работы» экосистемы (лесов).

В работе [16] предложены результаты приспособления известных принципов управления устойчивым развитием на локальном уровне — тропической агроэкосистемы в бассейне реки Sakaekrang, Таиланд. Индикатор устойчивости использования земли (Land Use Sustainable Indicator, LUSI) рассчитывался на базе 32 переменных и фактически был призван оценивать качество использования земли. Для расчета LUSI использовались регрессионные модели, анализ которых позволил выявить существенные переменные. Широкое использование ГИС-технологий дало в руки лиц, принимающих решения, важный инструмент улучшения структуры и условий действия агроэкосистемы в экологической и социальной средах.

В работе [17] сделана попытка перевести известные принципы устойчивого развития в практическую плоскость с помощью новой категории так называемых индикаторов экоэффективности. Последние определяются отношением $E_E = V_{PS} / E_1$, где E_E — экоэффективность; V_{PS} — цена продукта или услуг (не обязательно в деньгах); E_1 — влияние на окружающую среду. Например, индикатором экоэффективности может быть отношение массы производимого продукта на единицу выброса парникового газа, кг/CO₂ тонн. Очевидно, что сделанный здесь шаг в оценке определенных технологических организаций является очень важным, несмотря на игнорирование возможности переработки потока E_1 (выброс) или его восстановление (потребление энергии). Авторы доказывают эффективность такого подхода на примере исследования производства автомобилей. Сравнение экоэффективности по индикатору «число транспортных средств, отнесенных к гигоджоулям потребляемой энергии», позволило положительно оценить выпуск автомобилей фирмы Тойота по сравнению с фирмой Дженерал Моторс.

Биологи, занимающиеся проблемами экологии, обеспокоены, прежде всего, состоянием экосистем. В работе [18] в очередной раз анализируются динамические процессы взаимодействия природы и человека. Особенностью работы является «реалистический» пересмотр вложения человеческой системы в сложный набор иерархических (пространственных, временных и организационных) отношений экосистемы. Подтверждается, что в этих отношениях эксплуатационная составляющая человеческой деятельности продолжает расти как по объемам, так и по интенсивности. Применяемая методология — комбинированный термодинамический и сетевой подход — позволяет найти точку равновесия в балансе между процессами и ограничениями внутренними (рост, развитие) и внешними (интерактивными возмущениями). Этот баланс называется адаптивным состоянием, т.е. существует определенная степень адаптации экосистемы к внешним возмущениям. Однако по-прежнему пока ускользает от исследований точная количественная оценка степени адаптации экосистемы, что исключительно важно оценивать при расчете баланса процессов эксплуатации природы и ее восстановления.

Экологическое исполнение технологии является главным в проектировании и эксплуатации современных химических и других производств. При

этом крайняя сложность воздействий окружающей среды затрудняет определение связей между расчетами процессной и экологической частями проекта. В статье [19] исследуются связи между характеристиками проектируемых процессов и окружающей средой. Предлагаемое руководство по выбору определенных индикаторов для оценки экологической части проекта увязывается с моделированием всей системы процессов.

В работе [19] показано, что широкие перспективы учета взаимодействия с окружающей средой открываются при использовании методики жизненного цикла (Life cycle analysis, LCA). Как известно, он учитывает баланс массы и энергии в производстве, баланс использования продукта и размещения отходов. Здесь имеется очевидная связь между предложениями авторов и рекомендациями новой серии стандартов по управлению окружающей средой ISO – 14042 и ISO – 14047 [20, 21]. Заметим, что эти работы — яркая демонстрация инициативы «движения снизу» по реализации принципов устойчивого развития: от предприятия и далее — к уровню государства.

Практическое применение индикаторов на локальном уровне часто выявляет важнейшие особенности, которые должны существенно повлиять на разрабатываемые методологии. Это убедительно показано в работе [22]. Важно заметить, что в этой работе помимо очевидной и ранее известной многокритериальности локальных объектов, устойчивость которых мы оцениваем, анализируются потоки природных ресурсов (например, лесные массивы), создающие потоки желаемых человеком разных услуг (такие, как пиломатериалы и отдых). Рассматривается пример бассейна реки Neuse River в штате Северная Каролина. Формулируются две функции — отдых (плавание, катание на лодках) и коммерческая ловля рыбы. Доказывается, что поток отдыхающих воздействует на коммерческую ловлю рыбы. Связь эта динамическая, нелинейная и потому весьма сложная в описании и поиске компромиссных решений.

Выводы промежуточные. Как правило, применение принципов устойчивого развития на локальном уровне приводит к необходимости ограничивать число индикаторов по сравнению с рекомендуемым массивом, а часто и разрабатывать свою методологию оценки устойчивого развития, которая учитывает характеристики (модели) конкретного объекта. Здесь особое внимание следует обратить на попытки учета возможностей экосистем и применение оценок экоэффективности и учета взаимосвязи индикаторов.

Критика методологии измерения устойчивости на основе индикаторов (индексов)

Как видно из предыдущего анализа, национальные и международные программы по измерению устойчивого развития, в том числе и на локальном уровне, главным образом основываются на использовании наборов различных индикаторов, охватывающих «четыре составляющих» устойчивости: экономику, экологию, социальные аспекты общества, и в последнее время — институции общества. Огромные преимущества такого подхода заключаются в его гибкости и сравнительной простоте реализации. Естественно, им присущи существенные недостатки. Во-первых, метод индикаторов, не имея прочной теоретической основы, испытывает большое влияние *практических соображений* наличия данных и их приемлемости для «заинтересованных сторон». Во-вторых, индикаторы не обязательно

дают полную информацию, и это зависит не от внутренних особенностей подхода, а от *полноты имеющихся данных* [23].

О практических соображениях. Несмотря на очевидную важность практических соображений экспертов при разработке информационной системы, в целом такой подход вызывает сомнения в возможности подготовки надежной информации по устойчивому развитию, если практические соображения выступают решающим фактором выбора того, что оценивается, а что — нет. Ясно, что при перемещении заинтересованных лиц в новом направлении (например, изменение политической ситуации) то, что считалось практически важным вчера, уже сегодня таковым не является.

Другой недостаток практических соображений: индикаторы заменяют критический анализ проблемы формальными манипуляциями внутри четырех переменных векторного пространства, где открывается огромное поле псевдодеятельности, претендующее на охват всех аспектов устойчивого развития. Не случайно при переходе на нижние уровни иерархии, где требуются практические результаты измерения или управления устойчивым развитием, исследователи сокращают число рассматриваемых аспектов (ранее уже упоминались бинарные индикаторы) и число входящих в них показателей.

И все-таки подход на основе индикаторов и индексов главенствует, поскольку он понятен и работает на практике. Тем не менее, можно смело утверждать, что неопределенность при принятии решения, «что следует измерять» на различных уровнях иерархии объектов и как эти решения связаны друг с другом — слабое место четырехвекторного подхода оценки устойчивого развития.

О неполноте исходных данных и вытекающей отсюда недостаточной сопоставимости результатов измерения устойчивого развития между странами, регионами. Очевидно, что сходные проблемы на различных уровнях иерархии должны характеризоваться одними и теми же оценками. А если страны вольно выбирают свой набор индикаторов, то вопрос сопоставимости оценок для одной и той же проблемы переходит в область существенной неопределенности. С другой стороны, простой анализ показывает, что мало кому из стран, выбравших определенный набор показателей устойчивого развития, удалось сохранить его без каких-либо существенных изменений на протяжении более чем двух лет. Это же касается и программы по измерению устойчивого развития с помощью набора индексов и индикаторов, реализуемой комиссией ООН. Ее рекомендации непрерывно пересматриваются. Несложно сделать вывод, что такие изменения сводят на нет усилия по определению истинной траектории движения государств в направлении устойчивого развития, а тем более это сложно сделать для объектов более низких уровней иерархии.

Следует отметить еще один источник неопределенности — недостаток данных заставляет статистиков использовать различные методики их восстановления с помощью весьма сложных и неоднозначных статистических процедур. И, наконец, последнее. Попытки создания мощных формализованных процедур обработки показателей (примером может служить методика обработки данных для построения индекса ESI – 2005, [28]) делают пользователей заложниками организаций разработчиков пакетов программы, не

говоря уже о недоступности содержательного смысла в теле компьютерной программы.

Итак, появилась острая необходимость найти новый подход для измерения устойчивого развития, как это удалось сделать в экономической политике. Известно, что система экономических счетов с использованием такого индикатора, как ВВП на душу населения, позволили государствам упростить решения как внутренних, так и международных проблем.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ НА БАЗЕ ТЕОРИИ ПРИРОДНОГО КАПИТАЛА

Ряд последних работ в усовершенствовании методологии измерения устойчивого развития раскрывает многообещающие возможности применения теории природного капитала. Например, книга П. Хокена, Э. Ловинса, Х. Ловинса [24]. Ключевым элементом теории является идея, что экономика сдвигается от ориентации на человеческую продуктивность к радикальному увеличению ресурсной продуктивности. Этот сдвиг мог бы обеспечить более значимую оплату семейного труда, лучшие мировые стандарты жизни для тех, кто в этом нуждается, и существенное снижение воздействия человека на окружающую среду.

Виды природного капитала

В теории выделяются три основных вида природного капитала: *запасы возобновляемых и невозобновляемых ресурсов, земля и экосистемы*. Каждый из них вносит разный вклад в развитие человека и испытывает разное воздействие деятельности человека.

Невозобновляемые ресурсы (в основном ресурсы недр) представляют собой те ресурсы, из которых могут быть получены продукты для деятельности человека. Поскольку ресурсы недр не могут воспроизводиться (кроме как в геологическом времени), они в процессе использования подвергаются постоянному истощению.

Возобновляемые ресурсы (деревья и другие растения, рыба, дикая природа и вода) также представляют собой ресурсы, из которых могут быть получены продукты для использования в хозяйстве. В отличие от ресурсов недр, эти ресурсы могут при благоприятных условиях воспроизводиться.

Земля как вид природного капитала приносит пользу людям, предоставляя человеку пространство для различных целей (жилье, транспортная инфраструктура, сельское хозяйство, отдых).

Экосистемы (например, леса в отличие от деревьев, океаны, озера и реки в отличие от рыбы в них) создают потоки не имеющих цены услуг, которые используются людьми самыми разными способами. Например, услуги рек по ассимиляции отходов используются как промышленностью, так и домохозяйствами для поглощения загрязняющих веществ, которые в этом случае пришлось бы удалять другими способами с большими издержками.

Из четырех форм природного капитала учет экосистем как капитала вызывает наибольшие трудности. Теоретически правильный метод должен выявлять услуги, оказываемые экосистемами, и оценивать блага, получае-

мые человеком от этих услуг. Перечень основных услуг, предоставляемых экосистемами, мог бы включать очистку загрязненной воды и воздуха, плодородие почв, обеспечение биоразнообразия, обеспечение предсказуемого и сравнительно стабильного климата, защиту от солнечного излучения, а также обеспечение надежных потоков возобновляемых природных ресурсов. Для того чтобы оценивать экосистемы как капитал, необходимо найти адекватную методологию, например, такую: путем изучения качества итоговых услуг, которые естественным образом транспонируются в перечень итогов и, в свою очередь, в большей или меньшей степени поддаются наблюдению и потому могут использоваться как основа практического применения концепции экосистем как капитала. Если итоговые услуги экосистем постоянны во времени (например, качество воздуха не ухудшается, биоразнообразие поддерживается постоянным, качество водных ресурсов и плодородие почвы не изменяется), то тогда можно прийти к выводу, что природный капитал, функционирующий для обеспечения таких итогов, сохраняется.

Блок данных по природному капиталу — практическое применение теории

Таким образом, исходя из теории природного капитала система информации по устойчивому развитию должна быть нацелена на измерение различных запасов природных ресурсов и отдельных экосистем, представляющих собой источник потоков материалов и услуг. Запасы и экосистемы играют значительную роль в развитии человека, а это значит, что устойчивое развитие требует их сохранения во времени. В работе [23] переменные, относящиеся к подсистеме природного капитала, предлагается разбить на три блока — переменные запасов, потоков и состояния.

К *переменным запасам* относятся переменные, связанные с оценкой размеров природного капитала в данный момент времени. К *переменным потокам* относятся переменные, касающиеся оценки качественных и количественных изменений природного капитала за данный период по сравнению с предыдущим. К *переменным состояниям* относятся переменные, связанные с оценкой итоговых услуг экосистем.

Необходимость в измерении переменных запаса очевидна, поскольку размеры запасов определяют, в какой степени люди могут основываться на них как на *источнике* природных материалов и услуг. Простейший анализ показывает, что измерение запасов может быть достаточно сложной задачей, особенно при желании их сопоставить. Легко измерить запасы леса в гектарах и в кубических метрах запасы нефти. Намного сложнее оценить с точки зрения устойчивого развития хорошо или плохо, когда одни возрастают, в то время как другие уменьшаются. Конечно, можно прибегнуть к общему эквиваленту — деньгам. Однако с оценкой запасов природного капитала в денежном выражении связаны большие сложности: не в последнюю очередь здесь играет отрицательную роль то, что рыночные цены сегодня игнорируют большинство внешних экологических эффектов.

Как уже утверждалось выше, параметры потоков определяют *изменения в размерах запасов* природного капитала. На наш взгляд, это главные параметры, которые будут свидетельствовать о степени влияния человека на природу. В работе [23] предлагается рассматривать различные потоки и их

параметры. При этом параметры потоков носят либо *потребительский* (заготовка леса, добыча нефти), либо *восстановительный характер* (новые лесопосадки). Еще одну группу могут представить *потоки увеличения ресурсов* (новые нефтегазовые месторождения или утилизация отходов). Автономно следует строить блок параметров, связанных с землепользованием, поскольку деятельность человека постоянно меняет качественные параметры земли так, что это влияет на ее способность оказывать необходимые экологические услуги (занятие сельскохозяйственных земель, например, под строительство).

Выделение переменных состояния для оценки итоговых функций экосистем в отдельную группу связано пока с непреодолимыми трудностями прямых измерений возможностей экосистем: адаптационная «сила» экосистем, их взаимодействия между собой не поддаются точным измерениям. Поэтому на практике используются косвенные методы измерения — учет качества итогов их деятельности (качества воздуха, воды, биоразнообразие и плодородие почвы). И здесь теория природного капитала может опираться на измерения, проводимые на основе индикаторов, конечно, используя те из них, которые относятся к деятельности экосистем.

Связи взаимодействий природных ресурсов и общества

Для оценки связей переменных природного капитала — переменных запаса, потоков и состояния — следует изучить, как они связаны. Одно из наиболее глубоких исследований в этом направлении принадлежит Д.И. Люри, развившего идею ресурсных циклов [25]. Под ними здесь понимаются квази-замкнутые круговороты используемых человеком материалов по типу «ресурс–отход–ресурс». В результате добычи и последующей переработки в продукт все ресурсы рано или поздно превращаются в отходы, которые полностью или частично восстанавливаются в ресурсы с помощью природных или антропогенных механизмов.

Д.И. Люри рассматривает два реальных способа взаимодействия природы и общества, закономерно сменяющие друг друга по мере повышения материальных потребностей цивилизации (рис. 1) и один гипотетический, когда возобновление ресурсов идет полностью за счет общества, т.е. оно обеспечивает все ресурсные циклы.

Когда ограниченные регенерационные возможности природы перестают удовлетворять растущие аппетиты человека, он продолжает наращивать объемы ресурсопользования за счет повышения антропогенных вложений в возобновление ресурсов. В результате доля ресурсов, бесплатно восстанавливаемых природой, падает, а их часть, которая нуждается в искусственном возобновлении, растет. Поэтому при переходе к технологиям типа «природа-соратник» затраты на регенерацию ресурсов растут более быстрыми темпами, чем объемы ресурсопользования. Следствием этого становится неприятный сюрприз: антропогенная интенсификация возобновления ресурсов хотя и обеспечивает увеличение объема ресурсопользования, но сопровождается снижением его эффективности, т.е. каждая единица ресурса обходится человеку все дороже.

В схемах по Д.И.Люри используется понятие *эффективность ресурсопользования*, под которым понимается отношение объемов ресурсопользо-

вания (т.е. всего количества используемых обществом ресурсов — природных и техногенных) к общим затратам (на добычу и регенерацию). Чем выше эффективность, тем дешевле для общества каждая единица ресурса, тем больше остается людям для личного и общественного потребления. С точки зрения решения проблемы управления устойчивым развитием идея количественной оценки эффективности ресурсопользования заслуживает особого внимания.

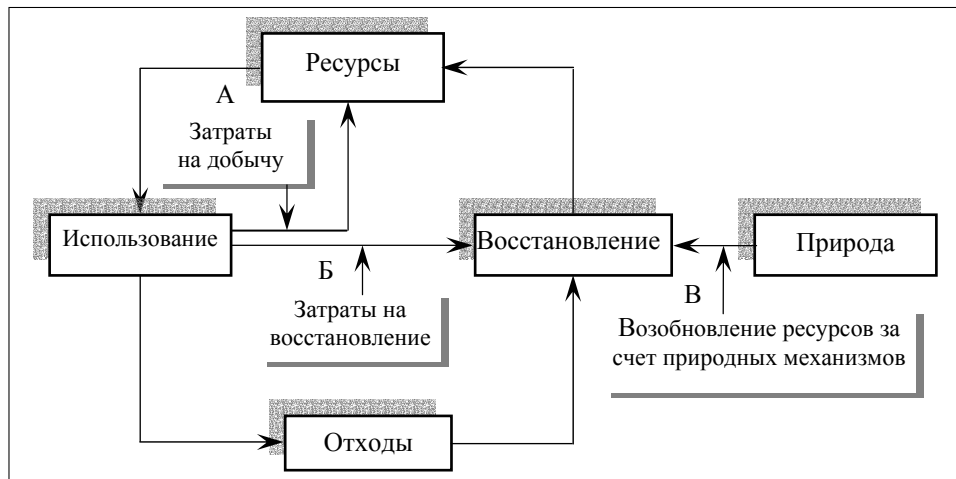


Рис. 1. Взаимодействие общества и природы в процессе ресурсопользования при технологиях типа «природа-мать» ($A + B$ — возобновление ресурсов осуществляется только за счет природных механизмов), «природа-соратник» ($A + B + V$ — возобновление ресурсов идет как за счет естественных, так и антропогенных механизмов)

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ

Организационные аспекты глобального управления

Огромный рост системы глобального управления окружающей средой (Global Environmental Governance, GEG) означает непрерывно растущее признание проблемы и ее масштаба. В работе [26] перечислены 44 организации мирового уровня, которые в большей или меньшей мере связаны в своей деятельности с окружающей средой. Упоминается также далеко не полный список 500 различных соглашений в этой области. Очевидный рост значимости проблемы и наличие разветвленной сети организаций одновременно делает систему плохо управляемой и прогрессивно бестолковой. Имеется огромное множество предлагаемых схем и решений, относящихся к проблеме глобального управления окружающей средой. Этот диапазон простирается от реформирования UNEP к созданию мировой или глобальной организации управления окружающей средой. Тем не менее, кризис глобального управления только углубляется. Напомним, что под глобальным управлением окружающей средой понимают множество организаций, политических инструментов, финансовых механизмов, правил, процедур и норм, которые регулируют процессы глобальной защиты окружающей среды.

Несмотря на то, что система GEG достигла многого на пути новых договоров, новых денег, большего участия и активности, чего нельзя было представить еще тридцать лет назад, экологическая деградация продолжается. Действительно, поскольку мы узнаем все больше об экологических условиях и природоохранных процессах, мы так же узнаем больше и о том, что происходит не так с глобальной экологией. К примеру, несмотря на очень бурные дискуссии о глобальных изменениях климата (и об их причинах), выбросы углеродов продолжают расти: содержание CO_2 в атмосфере земли, бывшее около 300 частей на миллион (ppm) в 1900 г., достигло сейчас приблизительно 380 ppm. Во многих работах также приводятся данные о том, что приблизительно 60% исследованных экосистем деградировали или находятся на грани неустойчивости. Начиная с 1980 г., 35% мировых запасов манговых деревьев были утеряны и 20% драгоценных коралловых рифов разрушены. Десять лет после подписания Конвенции по биоразнообразию скорость вымирания видов еще остается в 1000 раз больше, чем это было бы в нетронутой природе. Несмотря на дюжины глобальных и региональных договоров по уловам рыбы, почти 90% общего веса больших хищников в океане, таких как тунец, акулы и меч-рыбы, исчезло за последние несколько десятилетий. Оценки показывают, что мы продолжаем еще терять не менее 150 000 кв. км леса ежегодно.

Итак, становится очевидным, что система глобального управления нуждается в реформе не потому, что она «провалилась», а потому, что она переросла свой собственный первоначальный проект. Непомерное расширение GEG, его структуризация уже не дают нужного эффекта. Требуется принципиально новый подход. Он заключается в *переносе центра тяжести управления на национальный и региональный уровни, естественно, с выработкой локальных индикаторов и координирующих воздействий с верхнего уровня*. Национальное внедрение является первичным ключом как по отношению к GEG, так и для значительных природоохранных улучшений. Эффективность же глобального управления в конце концов будет зависеть от его внедрения на глобальном и местном уровнях.

Весьма поучительным явлением в решении проблем управления является появление *индекса исполнения (действий)* по отношению к окружающей среде — Environmental Performance Index, EPI-2006 [27].

EPI -2006 как развитие ESI-2005, направленный на управление устойчивым развитием общества

Прежде всего следует отметить, что авторы EPI-2006 связали необходимость разработки этого индекса с «Целями тысячелетия» ([6], раздел 1.2). При этом отмечается, что природоохранный вектор MDG (цель 7) подвергался критике как недостаточно определенный и неадекватно измеренный. Пилотный индекс исполнения (действий) по отношению к окружающей среде (EPI-2006) показывает, как эта брешь могла бы быть заполнена.

Оценка EPI сосредоточена на двух обширных природоохранных целях: 1) снижение стресса на здоровье человека со стороны окружающей среды и 2) содействие жизнестойкости экосистем и обоснованному управлению ресурсами. Эти две цели отображают приоритеты, выраженные лицами, принимающими решение — наиболее заметной составляющей MDG. Состояние

окружающей среды и жизнеспособность экосистем измеряется 16-ю индикаторами, сведенными в шесть хорошо обоснованных политических категорий: состояние окружающей среды, качество воздуха, водные ресурсы, производственные природные ресурсы, биоразнообразие и среда обитания, устойчивая энергия.

EPI принимает «приближенную к цели» методологию, которая сосредоточивается на главном множестве результатов оценки окружающей среды. Оценки связаны с политическими целями, за которые каждое правительство должно быть ответственно. Идентифицируя специфические цели и измеряя, насколько близко каждая страна подошла к ним, EPI обеспечивает реальный фундамент для политического анализа и рамки для оценки исполнения (решений). Последовательно проблемное и агрегативное ранжирование делает возможным перекрестное сравнение стран как с глобальных позиций, так и внутри соответствующей группы.

По мнению авторов, реальная ценность EPI лежит не в глобальном ранжировании. Скорее, она придет из тщательного анализа полученных данных и индикаторов. Наблюдая за результатами измерений, политических категорий, кластерных групп и страны, EPI дает возможность легко опознать лидеров и «неповоротливых», осветить наилучшую практику управления и распознать приоритеты для своих действий. Другими словами, EPI обеспечивает нас мощным инструментом для оценки инвестиций в окружающую среду и улучшения результатов управления обществом.

В качестве критического замечания отметим, что в индексе EPI-2006, как и в ESI-2005, реализуется идея измерения состояния, в данном случае состояния управления устойчивым развитием. Число индикаторов при этом существенно уменьшено. Однако наблюдение за состоянием общества после проведения управленческих мероприятий не дает нам четкой рекомендации, как выработать управляющие воздействия. Этот важный акт возлагается на само общество, через политиков. Тогда EPI — это еще один ESI, но только упрощенный.

Тем не менее, проведенный по индексу EPI-2006 анализ стран выявил интересные закономерности. Размещенные вверху таблицы ранжирования страны — Новая Зеландия, Швеция, Финляндия, Чешская Республика и Англия — выделяют значительные ресурсы и прилагают усилия к защите окружающей среды, что очевидно по всем политическим категориям. Пять расположенных внизу ранжирования стран — Эфиопия, Мали, Мавритания, Чад и Нигерия — являются неразвитыми нациями с малыми возможностями инвестировать природоохранную инфраструктуру (питьевая вода и санитарные системы) или жесткий контроль за загрязнением и систематическим управлением природными ресурсами. Наверное, положительным аспектом для нас является то, что Украина резко переместилась вверх рейтингового списка по сравнению с анализом по индексу ESI-2005: со 108-го места на 51-е, опередив все постсоветские страны за исключением России.

Еще раз отметим, что значение индекса EPI-2006 не дает конкретного инструмента управления, особенно на нижнем уровне иерархии. Однако, несмотря на бреши в данных, методологические ограничения и серьезные научные неопределенности, EPI демонстрирует, что итоги природоохранной политики могут быть прослежены с такими же ориентированными на ре-

зультат и основанными на исполнении строгими мерами, которые применяются к снижению бедности, улучшению здоровья и другим глобальным целями развития общества. Если мы хотим, чтобы усилия по защите окружающей среды были бы, по крайней мере, обоснованными эмпирически, политмейкерам необходимо:

- 1) предложить более четкие индикаторы, основанные на теоретических положениях (например, теории природного капитала);
- 2) инвестировать мониторинг важнейших данных, отслеживать индикаторы и программы оценивания;
- 3) ввести отчет о достижении целей в процессе формирования политики и реализации этих усилий на глобальном, региональном, национальном, провинциальном и локальном уровнях.

Системный подход к решению задачи управления устойчивым развитием на заданном уровне иерархии

Весь предыдущий анализ однозначно показывает, что системные требования к оценке и управлению устойчивым развитием можно удовлетворить на основе теории природного капитала и с использованием ресурсных циклов «потребление – восстановление ресурсов природы». Отсюда следует, во-первых, необходимость в измерении запасов природы и динамики их расходования. Во-вторых, возникает потребность в количественной оценке восстанавливающего потенциала экосистем, включив их в цикл восстановления (пополнения) природных ресурсов. Важно также отметить, что такие циклы, как «потребление – восстановление ресурсов природы», можно строить на любом уровне иерархии общества. И особенно эффективно — на нижнем уровне, предприятии, регионе. Напомним, что человек давно научился включать экосистемы в ресурсный цикл. Так, процесс биопереработки органических отходов с получением биогаза может служить примером искусственно построенной системы возобновления природного ресурса, а сброс сточных вод с малым содержанием загрязнений в реку как в экосистему может служить примером естественного регенерационного цикла. Однако регенерационные возможности экосистем как естественных восстановителей ресурсов изучены недостаточно. И что особенно важно — нет методик количественной оценки возможностей экосистем, включаемых в цикл регенерации отходов или утилизации продуктов, отслуживших свой срок.

Рассмотрение процессов в обществе в виде циклов «потребление – восстановление ресурсов природы» открывает перед нами перспективу построения приближенной, но идеологически выдержанной модели «круговорота» компонентов природных ресурсов в некоей подсистеме и возможность построения индекса устойчивого развития, с помощью которого можно управлять процессом устойчивого развития (рис. 2). Решающую роль здесь играют технологии [29].

Технология 1 — это обобщенная технология подготовки ресурсов (энергии и сырья) и превращение подготовленного ресурса в готовый продукт. Обеспечивает потоки использования сырья и переработки подготовленного ресурса в продукт.

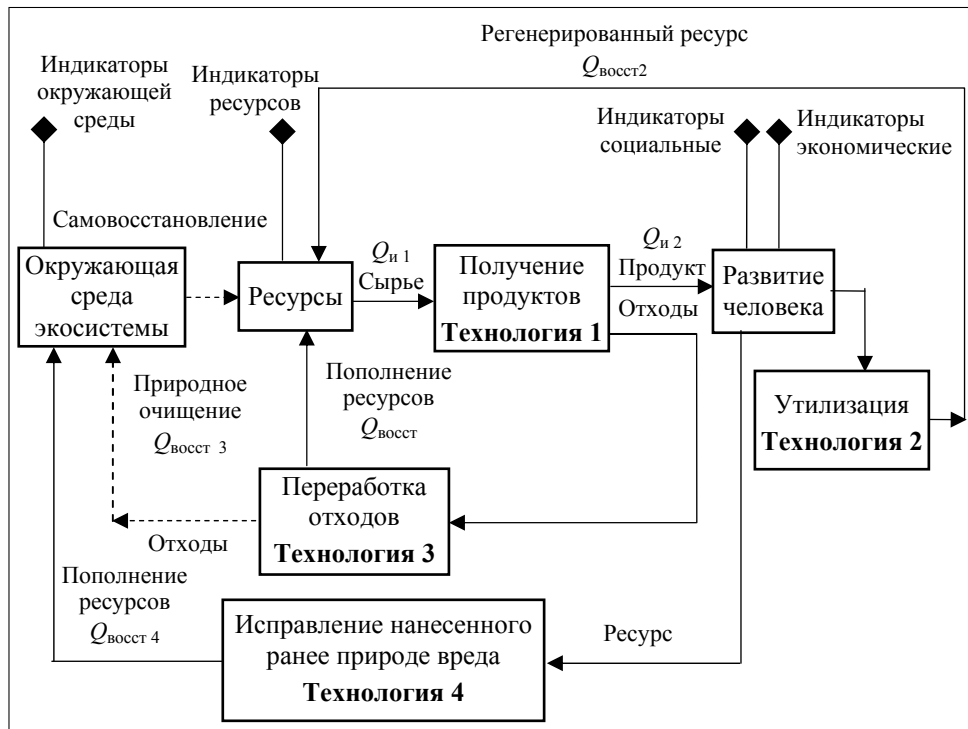


Рис. 2. Цикл «использование-восстановление» ресурсов природы

Технология 2 — обобщенная технология утилизации продуктов, отслуживших свой срок. Обеспечивает восстановление природного ресурса (сырья и энергии).

Технология 3 — некая обобщенная технология переработки отходов производства. Обеспечивает восполнение ресурсов за счет возврата сырья и энергии и за счет способности природных экосистем очищать выбросы определенного (малого) уровня.

Технология 4 — обобщенная технология исправления ранее нанесенного природе ущерба. Обеспечивает пополнение ресурса за счет, прежде всего, «принуждения» к работе экосистем. Эта технология — тонкое использование возможностей природных систем восстанавливать свою эффективность (очистка рек → увеличение рыбных запасов → эмоциональное удовлетворение видом чистой воды или посадка молодых деревьев → пополнение запаса древесины).

Наконец, следует отметить еще один поток восстановления ресурсов — поток самовосстановления природы, осуществляемый внутренними механизмами природы, действующий с различной динамикой (восстановление леса от пожара — десятки лет, восстановление зараженной радиоактивными отходами земли — сотни лет). Как уже указывалось ранее, этот поток не требует затрат (система «природа-мать»).

Баланс потоков системы удобнее всего оценить с помощью единой метрики — экономической (затраты в денежном выражении). Анализируя рис. 2 и пояснения к нему, можно построить некий коэффициент η , который будет характеризовать способность системы восстанавливать использованные у нее ресурсы, а также компенсировать взятые ранее.

$$\eta = \frac{Q_{\text{исполь1}} + Q_{\text{исполь2}}}{Q_{\text{восст1}} + Q_{\text{восст2}} + Q_{\text{восст3}} + Q_{\text{восст4}}},$$

где $Q_{\text{исполь1}}$ — затраты на использование сырья (добыча, транспорт и т.д.); $Q_{\text{исполь2}}$ — на изготовление и использование продукта (производство, доставка потребителю и т.д.); $Q_{\text{восст1}}$ — на переработку отходов; $Q_{\text{восст2}}$ — на утилизацию продукта; $Q_{\text{восст3}}$ — на технологию природной очистки; $Q_{\text{восст4}}$ — на исправление ранее нанесенного природе ущерба.

Отметим, что при рассчитанной оценке $\eta > 1$ система с точки зрения сохранения ее потенциала будет неустойчивой (потребление природных ресурсов происходит интенсивнее, чем их восстановление); при $\eta = 1$ система находится на границе устойчивости; при $\eta < 1$ система устойчива, так как восстановление ресурсов природы идет опережающими темпами.

Очевидно, что все политические решения на уровнях соответствующей иерархии должны быть такими, чтобы была возможность добиваться значения $\eta \leq 1$ как за счет снижения затрат ресурсов и совершенствования технологий производства продуктов, так и за счет увеличения затрат на восстановление и пополнение ресурсов.

Более полную картину баланса потоков потребления и восстановления можно получить при использовании уже упоминавшегося [21,22] понятия жизненного цикла продукта (ЖЦ), переведя его во временное пространство. Тогда обобщенный баланс взаимодействия общества и природы можно представить в виде модели

$$\begin{aligned} \frac{d(\text{ресурсы})}{dt} &= f(\text{ЖЦ}), \\ \frac{d(\text{нагрузка} - \text{на} - \text{природу})}{dt} &= \\ &= g(\text{ЖЦ}) - k(\text{способность} - \text{природы} - k - \text{самоочищению}), \\ \frac{d(\text{качество} - \text{жизни})}{dt} &= h(\text{ЖЦ}) - l(\text{нагрузка} - \text{на} - \text{природу}) + m(\text{инвестиции} - \\ &\text{на} - \text{очистку} - \text{отходов} - \text{и} - \text{восстановление} - \text{природных} - \text{ресурсов}). \end{aligned}$$

Первое уравнение описывает связи природных ресурсов (сырья и энергии) с продуцируемым продуктом, второе — экологические связи, третье — социально-экономические взаимоотношения общества и природы. Очевидно, что, зная функции f , g , h (имея информацию о ресурсах и окружающей среде) и управляя функциями l , m (имея информацию о социальных и экономических аспектах развития общества), можно найти условия постоянства природного ресурса, добиться уменьшения нагрузки на природу и улучшения качества жизни людей, т.е. достичь устойчивого развития.

Если предположить, что наше предложение использовать индекс η для управления устойчивым развитием оказалось логичным и непротиворечи-

вым, то естественно возникает вопрос, как мы можем его рассчитывать? Ответ одновременно и прост и сложен. Во-первых, следует организовать глубокий мониторинг общества (социальные, экономические показатели), окружающей среды (показатели состояния воздуха, воды, земли) и состояния ресурсов (запасы и темп расходования запасов), а также мониторинг состояния экосистем, участвующих в очистке выбросов и восстановлении природных ресурсов. Простота ответа в том, что мы знаем *что* делать. Сложность же в том, что мы часто не знаем, *как* это делать. В частности, как оценить самовосстанавливающиеся возможности экосистем. Но даже без этой, еще не до конца изученной наукой области, реализация мониторинга по четырем группам индикаторов (экономической, социальной, экологической и природной) представляет сложную методологическую, организационную и, наконец, финансовую проблему. Особую сложность представляет измерение природных показателей. Несмотря на то, что часть из них физически существует (например, запасы природных ресурсов оцениваются даже по рыночным ценам), природные показатели, тем не менее, рассеяны по различным ведомствам и бывают труднодоступны. Другие, например, запасы отдельных экосистем, измеряются в узких кругах специалистов, измеряются редко и неточно, а к таким показателям природного капитала как, например, «получение эстетического удовольствия от природы» вряд ли кто-нибудь знает, как подступиться.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отметим, что прогресс в осознании парадигмы устойчивого развития перешел в фазу практического управления этим процессом. Хорошо, что разработанные индикаторы и методики их агрегации позволяют это делать в принципе [8]. Однако переход к практике управления устойчивым развитием выявил и ряд существенных ограничений.

Первое ограничение вытекает из социальной сферы: можно ли управлять устойчивым развитием в бедном обществе? Как уже упоминалось, отрицательный ответ прозвучал уже на саммите в Йоганнесбурге (2002 г.) и позднее — в «Целях тысячелетия».

Второе ограничение — организационное — связано с ростом масштабов проблемы устойчивого развития, когда, преодолев первое ограничение, все большее число стран включается в этот процесс. Растет и число организаций, призванных управлять или координировать устойчивое развитие. Вместе с тем растет и степень их неупорядоченности, а значит, и неэффективности, причем этот недостаток характерен для всех уровней иерархии. Предлагаемые механизмы управления, хотя и касаются глобального уровня, дают надежду на преодоление или ослабление этого ограничения.

Третье, но не последнее ограничение, как нам кажется, связано с ограниченными возможностями человека принимать конкретные решения в конкретных обстоятельствах. Наличие множества индикаторов резко снижает эффективность поиска оптимального решения. Агрегация индикаторов ведет к потере физического смысла решения и потому требует декомпозиции индекса до конкретных показателей.

Предложенный выше коэффициент устойчивого развития обладает необходимой целостностью, принципиальной агрегацией и определенной независимостью от уровня иерархии системы. Все это дает основание для успешного применения его в управлении.

Очень важно подчеркнуть еще одну — перспективную — особенность коэффициента устойчивого развития: дать статистически определенный результат при массовом применении его на нижних уровнях иерархии. Такая возможность существует, если сделать коэффициент устойчивого развития рабочим инструментом на предприятии, в регионе, городе. И тогда по закону массовых явлений можно ожидать реализации главной парадигмы устойчивого развития, высказанной в начале статьи — удовлетворение потребностей нынешнего поколения не должно ставить под угрозу возможности будущих поколений удовлетворять свои потребности.

Наверное, существенным недостатком при построении коэффициента устойчивого развития можно считать потребность в значительных объемах специально подготовленной для его расчета информации. Большие надежды мы связываем с введением в действие Мирового центра данных (МЦД) в НТУУ «КПИ». Появляется реальная возможность построения методологического и аналитического блоков устойчивого развития, которые будут призваны оценивать развитие различных подсистем общества с позиций устойчивости.

ЛИТЕРАТУРА

1. *John Cairns*. Sustainability, exceptionalism, and exemptionalism // *Ecosystem Health*. — 2001. — 7, № 3. — P. 147–154.
2. *Згуровский М.З., Панкратова Н.Д.* Системный анализ: проблемы, методология, приложения. — Киев: Наук. думка, 2005. — 743 с.
3. *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodology*. — New York: UN Department of Economic and Social Affairs, 2001. — 320 p.
4. *Joachim H. Spangenberg, Stefanie Pfahl, Kerstin Deller*. Towards indicators for institutional sustainability: lessons from an analysis of Agenda 21 // *Ecological Indicators*. — 2002. — № 2. — P. 61–77.
5. *Joachim H. Spangenberg*. Environmental space and the prism of sustainability: frameworks for indicators measuring sustainable development // *Ecological Indicators*. — 2002. — № 2. — P. 295–309.
6. *Sustainable Development in a Dynamic World (Transforming Institutions, Growth, and quality of Life)*, World Development Report, 2003. — World Bank, 276 p.
7. *Human Development Report 2003. Millennium Development Goals: a compact among nations to the human poverty* // United Nations Development Program (UNDP), N.Y., 2003. — 368 p.
8. *Згуровский М.З., Статюха Г.А.* Роль инженерной науки и практики в устойчивом развитии общества // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2007. — № 1. — С. 19–38.
9. *Tourane Corbiere-Nicollier, Yves Ferrari, Christophe Jemelin, Olivier Jolliet*. Assessing sustainability: an assessment framework to evaluate Agenda 21 actions at the local level // *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. — 2003. — № 10. — P. 225–237.
10. *Yujing Cui, Luc Hens, Yongguan Zhu and Jingzhu Zhao*. Environmental sustainability indices of Shandong province // *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. — 2004. — № 11. — P. 227–234.

11. *Adrian Barrera-Roldan, Americo Saldivar-Valdes*. Proposal and application of a Sustainable Development Index // *Ecological Indicators*. — 2002. — № 2. — P. 251–256.
12. *Fehr M., Sousa K.A., Pereira A.F.N., Pelizer L.C.* Proposal and indicators to assess urban sustainability in Brazil // *Environment, Development and Sustainability*. — 2004. — № 6. — P. 355–366.
13. *Carlos W.H. Lo and Shan Shan Chung*. The responses and prospects of sustainable development for Guangzhou and Hong Kong // *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. — 2004. — № 11. — P. 151–167.
14. *Angel Herrera-Ulloa et al.* A regional-scale sustainable development index: the case of Baja California Sur, Mexico // *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. — 2004. — № 11. — P. 227–234.
15. *Changhui Penge et al.* Developing carbon-based ecological indicators to monitor sustainability of Ontario's forests // *Ecological indicators*. — 2002. — № 1. — P. 235–246.
16. *Shrestha R.P.* Developing indicators for assessing land-use sustainability in a tropical agro-ecosystem: the case of Sakaekrang watershed, Thailand // *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. — 2004. — № 11. — P. 86–98.
17. *Edwin K.L. Tam*. Challenges in using environmental indicators for measuring sustainability practices // *Journal of Environment Engineering Science*. — 2002. — № 1. — P. 417–425.
18. *Jae S. Choi and Bernard C. Patten*. Research and application of Sustainable Development: Lessons from the Paradox of Enrichment // *Ecosystem Health*. — 2001. — 7, № 3. — P. 147–154.
19. *Paul Sharratt*. Environmental criteria in design // *Computers and Chemical Engineering*. — 1999. — № 23. — P. 1469–1475.
20. ГОСТ ИСО 14042–2001. Госстандарт Российской Федерации. Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Оценка воздействия жизненного цикла. (Environmental management. Life cycle assessment. Life cycle impact assessment). Введен 07.01.2002.
21. ISO–14047. Environmental management — Life cycle impact assessment — Examples of application of ISO 14042. 01.10.2003.
22. *Jennie Popp, Dana Hoag, D. Eric Hyatt*. Sustainability indices with multiple objectives // *Ecological Indicators*. — 2001. — № 1 — P. 37–47.
23. *Измерение устойчивого развития, необходимость систематического подхода* (специальный документ, представленный Статистическим управлением Канады). — Статистическая комиссия и Европейская экономическая комиссия, Экономический и социальный Совет, ООН, 2005, 14 с.
24. *Хокен П., Ловинс Э., Ловинс Х.* Естественный капитализм. Грядущая промышленная революция. — М.: Наука, 2002. — 459 с.
25. *Люри Д.И.* Развитие ресурсопользования и экологические кризисы. — М.: Дельта, 1997. — 238 с.
26. *Najam A., Papa M. and Taiyab N.* Global Environmental Governance (GEG). A reform Agenda. International Institute for Sustainable Development. — Canada: IISD 2006. — 124 p.
27. *Pilot 2006 Environmental Performance Index*. Yale Center for Environmental Law and Policy, Yale University, center for International Earth Science Information Network, Columbia University. www.yale.edu/epi.
28. *2005 Environmental Sustainability Index*, Yale Center for Environmental Law and Policy, Yale University, center for International Earth Science Information Network, Columbia University, www.yale.edu/esi.
29. *Karel Mulder*. Sustainable development for engineers. A handbook and resource guide. — GB: William Clowes Ltd, 2006. — 288 p.

Поступила 12.01.2007