

ВОПРОСЫ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ СТРАТЕГИЙ НТП В ОБЛАСТИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Бибчук Б.Ц., Варламова О.С., Гусев А.А.

(Москва)

Обосновывается необходимость фронтальной экологизации НТП. Подчеркивается важность всестороннего учета экономических регуляторов при выборе ее приоритетов. Даются сравнительные характеристики и приводятся результаты экспериментальных расчетов соответствующего выбора в условиях централизованной экономики и перехода к рынку.

Одной из важнейших интегральных оценок приоритетных направлений научно-технического прогресса (ПН НТП) для рассматриваемой перспективы является рост народного благосостояния. Для такой обобщенной оценки важно не только сформулировать систему критериев и ограничений, влияющую на выбор тех или иных приоритетов, но и адекватно представить глобальную цель развития общества. Это в первую очередь касается состояния окружающей природной среды: ее определения как составной части глобальной цели или ограничения на пути роста потребительских благ. На современном этапе экологические блага служат неотъемлемой характеристикой качества жизни. Достаточно сказать, что, по данным Всемирной организации здравоохранения, около 20% заболеваний обусловлено ухудшением состояния окружающей среды* [1]. Из-за тесной взаимосвязи экономики и экологии при производстве продуктов задача обеспечения экологической безопасности, направленная на создание условий выживаемости человечества, превращается в суперприоритетную. А это в свою очередь вызывает необходимость фронтальной экологизации экономического, а следовательно, и научно-технического развития. Особую значимость такая задача приобретает в условиях длительного экономического кризиса, когда все силы и средства стараются направить на решение проблем, лежащих на поверхности и обеспечивающих сиюминутный результат — снижение дефицита, инфляции, установление компенсаций и т. п., что способствует нарастанию экологического кризиса. Поэтому дальновидная политика экологизации НТП ориентирована и на смягчение последствий экономических кризисов.

Исторически наиболее распространенным подходом к оценке НП НТП является их выбор на основе однокритериальной оценки его возможных стратегий. Примером может служить глобальный критерий повышения народного благосостояния с учетом экологических благ. Его формализация на современном этапе почти невозможна из-за множественности целей развития. Перспективным здесь видится построение относительно простых форм обобщенного индекса благосостояния с оценками его эталонного и достижимого на определенном отрезке времени значений (см., например, [2]).

Другой подход к данной проблеме — анализ динамики системы макроэкономических показателей, включая социальные и экологические факторы, под воздействием тех или иных инноваций. Предусматривается многокритериальная оценка итогов НТП для социально-экономического развития. Поскольку в ней участвует лицо, принимающее решение (ЛПР), такое решение будет во многом субъективно.

* Для ряда городов СССР эта цифра значительно выше.

В настоящее время вопрос экономического обоснования стратегий НТП в методологическом плане мало изучен, а имеющиеся результаты не могут рассматриваться как универсальные.

Практика создания долгосрочных программ НТП в СССР изобилует многочисленными просчетами, непоследовательностью, а в ряде случаев — крупными ошибками в выборе приоритетов. Это во многом также связано с отсутствием научной концепции социально-экономического развития страны.

Так, в специальных разделах Комплексной программы (КП) НТП, которая преобразована в Комплексный прогноз социально-экономического и научно-технического развития СССР, отмечается, что в начале третьего тысячелетия в нашей стране традиционные методы очистки вредных отходов будут играть заметную роль (а на действующих предприятиях — главенствующую). Таким образом, в перспективе предусматривается большой удельный вес одноцелевых технологий, направленных в основном на снижение загрязнения окружающей среды (в мировой практике они часто называются технологиями "конца трубы"). Однако их использование не способно даже стабилизировать сложившуюся экологическую ситуацию в условиях роста масштабов производства. В КП НТП как важнейшая определена задача увеличения потребности населения в жилье, питании и других традиционных благах и в качестве обеспечивающих мероприятий рассматриваются варианты увеличения выпуска энергии, металлов, топлива и т. п. С учетом их высокой ресурсоемкости это способствует усилению техногенной нагрузки на окружающую среду. Фактически предусматривается приоритет экономических целей над экологическими, что недопустимо.

В программах развития энергетики намечены кое-какие меры для достижения экологически благоприятной структуры топливно-энергетического баланса, однако они больше касаются выхода на конечную продукцию, а структура производства наиболее энергоемкого промежуточного продукта остается практически неизменной. Снижению техногенной нагрузки на окружающую среду может послужить и переход на принципиально новые многоцелевые (малоотходные) технологии, которые обладают мультипликативным эффектом в экономической и экологической сферах и подразделяются на технологии, сокращающие образование производственных отходов, и технологии, утилизирующие отходы. В последнем случае подчас оказывается выгодным даже увеличение исходной отходности производства. Многоцелевые технологии могут трансформироваться в метатехнологии в рамках межотраслевых региональных комплексов, охватывающие единой идеей ресурсосбережения и охраны окружающей среды несколько сопряженных отраслей народного хозяйства. Однако в настоящее время выбор приоритетов в энергетике связан с созданием более современной техники, но на устаревших технологических принципах.

В проекте Государственной программы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов СССР делается попытка связать комплексы одно- и многоцелевых технологий. Но если для первых все расписано достаточно подробно, то масштабы вторых описаны в основном декларативно. Этот проект опирается только на централизованные источники финансирования предусматриваемых мероприятий, хотя с переходом к рыночной экономике их доля будет падать и появятся другие стороны, заинтересованные в поиске и осуществлении ПН НТП в природопользовании.

В целом во всех указанных программах наблюдается разрыв между высокими целями рационального природопользования и намечаемыми для их достижения мерами.

Отметим принципиальное различие концепции НТП на следующих этапах: директивной централизованной экономики; перехода к рынку; развитой рыночной экономики.

В централизованной экономике, где декларируется, что необходимым условием повышения благосостояния населения является непрерывное увеличение темпов экономического роста, выражающееся в том числе и в наращивании объемов добычи основных видов полезных ископаемых, ускорение НТП в области природопользования связано преимущественно с расширением масштабов вовлечения в переработку природных ресурсов, в первую очередь минерального сырья, с экстенсивным путем развития. При этом выразителем интересов НТП выступает только государство как собственник

средств производства и природных ресурсов. Оно само намечает приоритеты, обеспечивает их централизованное финансирование, определяет масштабы внедрения новых технологий, выступает заказчиком на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) в этих областях. Экономические методы управления используются слабо, почти не действует система комплексной оценки социально-экономической эффективности НТП. Монополизация в области внедрения новых технологий не допускает конкуренции и не стимулирует повышения качества продукции. Производители не заинтересованы в новых технологиях, так как необходимость переналадки оборудования лишь увеличивает затраты на выполнение плановых заданий, а следовательно, на начальной стадии не улучшает, а, как правило, ухудшает основные технико-экономические показатели. Кроме того, применение новых технологий требует более высокой культуры производства, привлечения более квалифицированных специалистов, а в условиях централизованной экономики у предприятий нет возможности повышать оплату труда сверх тарифной ставки.

В сфере природопользования отсутствие экономического механизма, стимулирующего охрану природы и ресурсосбережение, приводит к тому, что внедрение новых технологий только повышает затратную составляющую производства.

В период перехода к рыночной экономике появляются новые участники процесса управления НТП в природопользовании, часть которых при определенных условиях может объединяться в коалиции. Это в первую очередь относится к производителям продуктов и услуг, которые в условиях возрастающей экономической самостоятельности могут иметь собственные интересы, не совпадающие с государственными, особенно в сфере социальной и экологической политики. Кроме того, некоторую самостоятельность получают и региональные органы управления, которые могут ограничивать ряд технико-экономических и экологических показателей деятельности предприятий. Возникают альтернативные источники финансирования НТП в области природопользования, к которым относятся не только целевые государственные инвестиции, но и кредиты, предоставляемые коммерческими банками, средства, выделяемые из региональных фондов охраны природы, а также часть прибыли предприятий с различными формами собственности, направляемая на их научно-техническое развитие. Последнее связано с конкуренцией между производителями в условиях частичного отказа от монополизации производства, имевшей место в условиях централизованной экономики. Кроме того, им может предоставляться возможность получения льготных кредитов от инновационных банков, получающих взамен часть прибыли от последующего производства новой продукции.

Глобальный характер проблемы охраны окружающей среды предполагает и специфические виды финансирования, например зарубежные инвестиции в совместные проекты природопользования, предотвращающие или частично снижающие масштабы трансграничного переноса загрязнения. Иллюстрацией такого подхода служит советско-скандинавский проект по охране окружающей среды на Кольском полуострове.

Кроме того, управление НТП может предусматривать различные методы стимулирования производства принципиально новой наукоемкой продукции. К ним относятся: льготное налогообложение со стороны государственных и региональных органов управления, целевые государственные заказы на производство наукоемкой продукции (временно неконкурентоспособной ввиду высоких затрат на производство ее небольших серий), система дотаций на НИОКР в области фундаментальных исследований и т. д.

Помимо этого почти исчезает иерархия управления в процессе природопользования. Его участники становятся по существу равноправными, вследствие чего происходит переориентация на экономические методы управления. В результате кардинальным образом изменяются и стратегии НТП в рассматриваемой области.

Под стратегией управления здесь понимается способ целенаправленного распределения в пространстве и во времени некоторой части ресурсов системы, находящихся в распоряжении конкретного ЛПР. Стратегия должна обладать следующими свойствами: 1) быть допустимой, т. е. удовлетворять совокупности социальных, экономических, политических и других ограничений на функционирование системы; 2) быть персон-

фицированной, т. е. отражать систему предпочтений либо одного субъекта, либо их коалиции; 3) характеризоваться не только набором мероприятий, но и последовательностью их реализации, т. е. определенной траекторией перехода системы из некоторого начального в конечное состояние; 4) последствия ее реализации должны поддаваться количественной и качественной оценке, т. е. сравнительному анализу начального и конечного состояний системы.

Стратегия управления присуща не всем субъектам природопользования, а лишь активным участникам этого процесса, которым благодаря занимаемому ими положению в структуре управления делегировано право распределения имеющихся в их распоряжении ресурсов согласно собственной системе предпочтений. Стратегии могут быть глобальными, региональными или локальными в зависимости от субъекта управления, стоящих перед ним задач и возможности распределения ресурсов, что определяется масштабом соответствующей системы управления.

Таким образом, стратегия представляет собой отображение системы предпочтений конкретного ЛПР (или их группы) на множестве допустимых вариантов развития управляемой системы. Основная задача управления НТП в области природопользования в регионе — формирование множества допустимых стратегий каждого субъекта управления с их последующей увязкой на основе достижения компромисса в рамках единой, взаимоприемлемой для всех политики.

Целенаправленность и персонифицированность стратегий управления начинает наиболее ярко проявляться при переходе к рынку, когда в природопользование вовлекаются новые участники с присущей каждому из них иерархией целей и недетерминированным характером поведения.

Вместе с тем переход к рыночной экономике сопутствует увеличению степени неопределенности информации о процессах управления природопользованием, что связано с появлением значительно большего числа управляющих переменных и способов воздействия на них. Поэтому стратегия переходного к рынку периода характеризуется существенно более высоким уровнем неопределенности отклика системы на возмущающее воздействие даже по сравнению с ситуацией функционирования рыночной экономики, так как регуляторы хозяйственного механизма, позволяющие взаимоувязывать изменение основных экономических, технологических, социальных и других параметров, отсутствуют или функционируют не в полной мере. Это требует создания избыточных (если сопоставить их с условиями рыночной экономики) резервов (структурных, функциональных, временных и т. д.), направленных на стабилизацию параметров системы на разных этапах реализации выбранной стратегии управления НТП, что фактически является платой за отсутствие или недоработанность "правил игры". Это ситуация повышенного риска хозяйственной деятельности, когда нарушен традиционный экономический механизм, а новый не создан.

В результате при переходе к рынку мы, как правило, имеем существенно более ограниченное множество стратегий каждого из участников, чем в случае рыночной экономики. Не последнюю роль здесь играет необходимость направления части ресурсов системы на формирование описанных выше резервов, что ограничивает масштабы и темпы ее развития.

Эффективность природопользования вне зависимости от типа хозяйственного механизма во многом определяется правильностью выбора согласованной всеми участниками стратегии управления. Для исследования этой неизученной в настоящее время проблемы из всего многообразия задач остановимся подробно на региональных межотраслевых комплексах. Они представляют сегодня приоритетные направления интенсификации процессов природопользования. Целесообразность выбора такого объекта изучения обусловлена также тем, что применительно к нему наиболее остро выступают все противоречия между стремлением получить максимальную экономическую выгоду как можно раньше и необходимостью долгосрочного экологически устойчивого развития. Это проявляется в противоречиях между желанием ускорить НТП, сохранить окружающую среду, сберечь ресурсы и т. д.

Указанные противоречия лежат в основе противодействующего характера ряда стра-

тегий субъектов управления природопользованием в регионе. Поэтому выработка согласованной политики должна предполагать установление системы взаимоприемлемых предпочтений. К ним относятся: 1) экологические — снижение уровня техногенной нагрузки на окружающую среду в регионе; 2) технологические — обеспечение приоритета высокоэффективных современных технологий в области рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды; 3) экономические — поддержание наивысшей эколого-экономической эффективности функционирования предприятий региона при выполнении нормативов качества окружающей природной среды; 4) ресурсосберегающие — удовлетворение потребностей региона на основе максимально возможной замены первичного минерального сырья на продукцию, полученную в результате утилизации различных видов отходов, как с целью сбережения ресурсов, так и из экологических соображений; 5) социально-политические — обеспечение приоритета стратегий развития региона, направленных на социально-политическую стабильность в регионе.

Оценка эффективности согласованной стратегии управления должна осуществляться на основе анализа решений с позиций их соответствия выработанной выше системы предпочтений.

Исследование существующих концепций управления природопользованием в регионе позволяет выделить три важнейших направления стимулирования перехода к межатраслевым малотходным комплексам:

жесткое административное нормирование, предусматривающее непосредственное задание интервала изменения или ограничение только снизу или сверху значений входных или выходных параметров, например уровня техногенной нагрузки на окружающую среду, объемов добычи первичного минерального сырья, цен на сырье и товарную продукцию, платежей за природные ресурсы и загрязнение окружающей среды и т. д.;

методы экономического стимулирования, в результате применения которых косвенно будет достигнута совокупность экономических и внеэкономических целей системы или значений выходных параметров на основе варьирования входных экономических переменных, например цен на сырье и продукцию, платежей за ресурсы и загрязнение природной среды, транспортных тарифов и пр.;

комбинированные стратегии для совместного использования экономических и административных стратегий.

Управление природопользованием в регионе должно предусматривать создание эффективного механизма реализации и взаимоувязки комбинированных и "чистых" стратегий как отдельных субъектов хозяйственной деятельности, так и их коалиций.

При анализе с кибернетических позиций (рис. 1) четко видны принципиальные различия управления природопользованием в условиях централизованной экономики и перехода к рынку. В первом случае почти все входные параметры (число которых невелико) фиксируются государством и перестают быть управляющими переменными в традиционном понимании. Значения большинства выходных параметров также фиксируются в виде директивно устанавливаемых плановых заданий. Компенсация последствий непредсказуемых внешних и внутрирегиональных возмущающих воздействий осуществляется главным образом путем корректировки плановых заданий, выделения дополнительных централизованных капитальных вложений и т. д. В связи с этим важнейшей причиной неэффективности директивной экономики является необходимость одновременного установления фиксированных значений входных и соответствующих им выходных параметров в рамках планового задания. Такой подход предполагает знание передаточной функции социально-экономической системы, т. е. характеристик ее функционирования. Взаимно однозначное соответствие между входом и выходом системы возможно также при полностью детерминированной схеме управления, исключаяющей влияние субъективных и конъюнктурных факторов. Поэтому для компенсации внешних и плохо предсказуемых внутренних случайных воздействий на систему директивная экономика должна иметь очень большие стабилизационные резервы различной природы (ресурсные, финансовые, организационные и т. д.).

В то же время на практике как в централизованной, так и в рыночной экономике

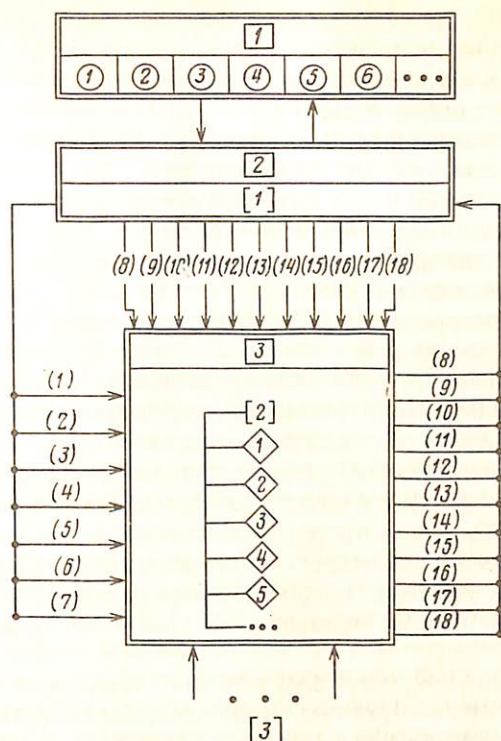


Рис. 1. Структура механизма управления природопользованием в регионе. Квадратики: 1 – субъекты управления; 2 – система управления; 3 – объект управления; кружочки: 1 – государство, 2 – региональные власти, 3 – производители сырья и продукции, 4 – население, 5 – коммерческие банки, 6 – биржи; в квадратных скобках: 1 – "чистые" и комбинированные стратегии управления, 2 – системообразующие ограничения, 3 – совокупность непредсказуемых внешних и внутрирегиональных возмущающих воздействий; ромбики: 1 – номенклатура продукции, 2 – региональные потребности в продукции, 3 – ресурсы первичного и вторичного сырья, 4 – производственные мощности, 5 – множество допустимых метатехнологий утилизации и обезвреживания отходов; в круглых скобках: 1 – цена продукции, 2 – норматив платежа за природные ресурсы, 3 – норматив платежа за загрязнение природной среды, 4 – транспортные тарифы, 5 – норматив отчислений в региональный фонд, 6 – норматив отчислений в централизованные фонды, 7 – норма банковского процента, 8 – суммарная прибыль, остающаяся у субъектов региона, 9 – суммарная техногенная нагрузка на регион, 10 – централизованные капиталовложения, 11 – региональные капиталовложения, 12 – банковский кредит, 13 – объем добычи сырья, 14 – ввоз сырья в регион, 15 – объемы производства по отраслям, 16 – технологическая структура производства по отраслям, 17 – выбросы по отраслям, 18 – вывоз продукции из региона

наши сведения о передаточной функции социально-экономической системы базируются во многом лишь на эвристических знаниях. Это в сочетании с существенной неопределенностью информации как об объекте, так и о системе управления позволяет лишь с некоторой вероятностью прогнозировать значения выходных параметров при имеющихся входных или под воздействием непредсказуемых возмущений. Особенно остро указанные проблемы проявляются в условиях директивной экономики, где свойственные ей методы управления допускают игнорирование объективных экономических законов, что делает систему еще менее управляемой.

Не в состоянии экономически обосновать стратегию развития и предпочитать детерминированные его модели, государство принудительно вводит тотальную систему нормативов, увязывающих в желаемом для нее виде входные и выходные параметры. Такая система для различных сфер общественного производства разрабатывается без единой методологической базы (концепции социально-экономического развития), и это часто делает невозможным их совместное использование для достижения поставленных целей (например, такую картину мы имеем при попытке увязки в рамках планов экономического и социального развития вопросов охраны окружающей среды

и темпов экономического роста). Кроме того, тотальная система нормативов является также безуспешной попыткой полностью объективизировать процесс управления, исключив из него неизбежный субъективизм принятия решений. Это приводит к тому, что в социально-экономической системе исчезают ЛПР, а следовательно, возможность выработки системы предпочтений для обоснования и выбора стратегий развития.

Игнорирование экономических интересов отдельных регионов и производителей продукции под прикрытием тезиса о приоритете народнохозяйственных интересов позволяет создавать иллюзию бесконфликтности природопользования, все участники которого (ввиду якобы непротиворечивого характера их целей) делегировали свои права по принятию решений государству.

Особенности управления природопользованием в условиях перехода к рыночной экономике заключаются в следующем:

1. В связи с появлением новых участников процесса природопользования расширяется набор управляющих параметров, отражающих как условия их воздействия на систему, так и результаты достижения поставленных перед ними целей.

2. Входные параметры системы либо полностью перестают фиксироваться государством, либо допустимые интервалы их изменения устанавливаются государством после согласования с другими субъектами природопользования, в результате чего появляется возможность использования экономических и комбинированных стратегий управления. Причем эти стратегии всех участников являются равноправными, т. е. исчезает традиционная иерархия, предполагающая приоритет интересов государства над интересами региона и предприятий.

3. На одну и ту же входную управляющую переменную могут воздействовать разные участники, каждый из которых определяет либо интервал ее изменения, либо ограничение сверху или снизу. Например, предприятие заинтересовано в максимальном уровне цены производимой продукции (ограничение снизу); одновременно интересы как региона, так и государства требуют рассмотрения интервальной оценки цены: с одной стороны, их заинтересованность в максимальных поступлениях в местные и централизованные бюджеты, а с другой — обеспечение социальной стабильности.

4. Часть выходных параметров может по-прежнему ограничиваться рамками административных стратегий управления. Однако при этом частично нарушается традиционная иерархия приоритетов при администрировании. Например, регион будет устанавливать более жесткие требования к качеству окружающей среды, чем государство, ограничивать ввоз или вывоз продукции, несмотря на интересы государства, и т. д.

5. Государство перестает быть субъектом природопользования в регионе и выражает свои интересы путем изменения объемов целевых (льготных) инвестиций, нормированием предельно допустимых уровней нагрузки на окружающую среду, соблюдением требований социальной стабильности, поддержки НТП и т. д.

6. Ситуация перестает быть бесконфликтной. Основные противоречия, как это и должно быть, наблюдаются между интересами предприятий и региона, причем они могут быть урегулированы в любом конкретном случае на основе "чистых" (административных или экономических) или комбинированных стратегий, образующихся в результате допустимых сочетаний соответствующих входных и выходных параметров.

Как было показано, у каждого из участников процесса природопользования имеются свои возможности прямого или косвенного регулирования части входных или выходных параметров, причем на некоторые параметры могут воздействовать сразу несколько участников как одновременно, т. е. синхронно, так и разновременно, т. е. последовательно.

Эффективное управление природопользованием в регионе крайне осложнено векторным характером его результатов, что в условиях недостаточной изученности объекта управления не позволяет однозначно трактовать и сопоставлять последствия реализации различных стратегий. Например, НТП в области природопользования, являясь сложным процессом, не дает возможности производить сопоставимую количественную оценку его результатов.

Одно из реальных проявлений реализации стратегий НТП — структурные технологические сдвиги, выражающиеся в переходе от устаревших к современным или перспективным технологиям. Поэтому удобным способом сопоставления стратегии природопользования с позиций НТП может быть условное разделение множества альтернативных технологических вариантов на подмножества (метатехнологии) на основе экспертной оценки в рамках такого подхода.

Объединение однотипных технологий на базе их технического уровня в метатехнологии позволяет поставить им в соответствие интервальные оценки важнейших технологических и эколого-экономических показателей (капитальные и текущие затраты, удельный экономический ущерб от загрязнения окружающей среды, выход продукции и т. д.). С помощью такого подхода можно более обоснованно исследовать устойчивость решения, резко снизить размерность задачи и перейти от оценки погрешности показателей по каждой из имеющихся технологий к укрупненной оценке погрешности метатехнологии, т. е. к характерной для задач прогнозирования природопользования комплексной оценке перспективных направлений использования сырья и отходов.

Для анализа эффективности данного подхода рассмотрим задачу формирования структуры регионального межотраслевого малоотходного комплекса, базирующегося на переработке серосодержащих отходов.

В качестве объекта исследований синтезирован условно-представительный регион, в котором функционируют предприятия трех отраслей — цветной металлургии, теплоэнергетики и минеральных удобрений, загрязняющих окружающую среду серосодержащими газами. Предполагается, что для функционирования указанных предприятий необходима серосодержащая товарная продукция (сера, серная кислота и т. д.), которая в базовом варианте производится (полностью или частично) из добываемой в регионе серной руды (т. е. первичного минерального сырья).

Рассмотрим формальную постановку задачи исследования влияния ряда стратегий управления природопользованием (представлены на рис. 1) на реализацию достижений НТП в области утилизации и обезвреживания отходов на разных стадиях социально-экономического развития посредством решения серии задач с варьированием части управляющих переменных.

Пусть имеется некоторый регион, в котором функционируют предприятия трех отраслей, каждая из которых является источником образования серосодержащих отходов в количестве Q_i , $i = 1, \dots, 3$. Производство задано неявно через величины отходов, которые зависят от принятых на перспективу технологий основного производства. Из его серосодержащих отходов может быть получено j видов товарной продукции: сера, серная кислота и гипс ($j = 1, \dots, 3$). Производство товарной продукции j на предприятиях отрасли i осуществляется путем переработки первичных отходов с помощью некоторого набора метатехнологий k , $k \in K$. В результате утилизации по метатехнологии k в отрасли i образуется продукция вида j в объеме x_{ijk} и вторичные отходы в количестве v_{ijk}^1 , образовавшиеся в результате производства новой товарной продукции. Последние, а также часть первичных отходов w_i^1 , не прошедших переработки, поступают в окружающую среду с использованием метатехнологии обезвреживания l , $l \in L$. При невозможности удовлетворить потребности региона в виде j ($j = 1, 2$) продукции Π_j она может быть импортирована в количестве y_j .

Введем следующие обозначения: x_{ijk} — объем продукции j , произведенной в отрасли i по технологии k ; x_1 — объем серы, получаемой при добыче первичного минерального сырья; v_{ijk}^1 — объем выбросов, образующихся в отрасли i при производстве вида j продукции по технологии k и поступающих в окружающую среду после обезвреживания способом l ; w_i^1 — объем серосодержащих отходов отрасли i , непосредственно поступающих в окружающую среду после обезвреживания способом l ; Q_i — объем первичных серосодержащих отходов, образующихся в отрасли i ; Q_4 — объем добычи серных руд, используемых при производстве серы; M_{ij} — предельная мощность по переработке серосодержащих отходов в отрасли i при производстве вида j продукции; Π_j — потребность данного региона в j -м виде продукции; y_j — объем продукции, импортируемой для покрытия потребности; H — предельно допустимая экологическая на-

грузка в тоннах приведенной нагрузки (т.п.н.) на промышленный регион (см. [3]); z_j — удельные замыкающие затраты на производство продукции вида j ; c_{ijk} , k_{ijk} , p_{ijk} — удельные текущие, капитальные, приведенные затраты на производство продукции вида j в отрасли i по технологии k ; c_i^l , k_i^l , p_i^l — удельные текущие, капитальные, приведенные затраты на обезвреживание способом l выбросов отрасли i ; c_i , k_i , p_i — удельные текущие, капитальные, приведенные затраты на ввоз продукции вида j для покрытия потребности региона; d_i^l , d_i — удельный экономический ущерб от поступления в окружающую среду первичных и вторичных отходов i -й отрасли после обезвреживания способом l , а также выбросов, образующихся при производстве серы из первичного сырья; g_i^l , g_i — норматив платы за загрязнение природной среды первичными и вторичными отходами отрасли i после обезвреживания их способом l , а также при добыче первичного минерального сырья; $\Pi^{пр}$ — норматив платы за использование природных ресурсов; ϵ_{jk} — максимальная степень утилизации первичных отходов при производстве продукции вида j по технологии k ; β_{ijk} — коэффициент образования выбросов при производстве продукции вида j по технологии k на предприятиях отрасли i ; γ_{ij} — коэффициент выхода продукции вида j при переработке серосодержащих первичных отходов в отрасли i ; ξ_i^l — коэффициент перевода фактических объемов выбросов отрасли i , обезвреживаемых способом l , в тонны приведенной нагрузки; γ_1 — коэффициент выхода серы при переработке руды; ϵ_1 — максимальная степень утилизации отходов, образующихся при производстве серы из руды; ξ_1 — коэффициент перевода фактических объемов выбросов, образующихся при производстве серы из руды, в тонны приведенной нагрузки; ϵ_0 — обязательная степень утилизации первичных отходов при производстве продукции любого вида; α — норматив отчисления в централизованные фонды платы за природные ресурсы; δ — норматив отчисления в региональный фонд охраны природы.

Рассмотрим открытую региональную модель в условиях централизованной экономики (модель 1).

В качестве критерия в ней применяется народнохозяйственный критерий социально-экономической эффективности, который определяется как разность между суммарной ценностью произведенной продукции из первичного сырья и в результате утилизации отходов и суммой приведенных затрат на его добычу, переработку, транспортировку ввозимой товарной продукции, утилизацию и обезвреживание отходов, а также экономическим ущербом от загрязнения окружающей среды в результате добычи сырья и производства продукции из отходов. Критерий имеет вид

$$F = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^3 (z_j - p_{ijk}) x_{ijk} + (z_1 - p_1 - d_1) x_1 - \sum_{i=1}^3 \sum_{l=1}^2 (p_i^l + d_i^l) (w_i^l + v_{ijk}^l) - \sum_{j=1}^3 (z_j + p_j) y_j \rightarrow \max. \quad (1)$$

Для решения данной задачи вводятся ограничения на:

объем первичных серосодержащих отходов отрасли i

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{k=1}^3 \frac{1}{\gamma_{ij} \epsilon_{jk}} x_{ijk} + \sum_{l=1}^2 w_i^l = Q_i \quad \forall i; \quad (2)$$

технологический баланс образования, обезвреживания и поступления вторичных серосодержащих отходов, образующихся в отрасли i в результате производства продукции вида j по технологии k

$$\beta_{ijk} x_{ijk} - \sum_{l=1}^2 v_{ijk}^l = 0, \quad \beta_{ijk} = \frac{1 - \epsilon_{jk}}{\gamma_{ij} \epsilon_{jk}} \quad \forall i, j, k; \quad (3)$$

удовлетворение потребностей региона в сере ($j = 1$)

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{k=1}^3 x_{i1k} + x_1 + y_1 \geq \Pi_1; \quad (4)$$

удовлетворение потребностей региона в серной кислоте ($j = 2$)

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{k=1}^3 x_{i2k} + y_2 \geq \Pi_2; \quad (5)$$

удовлетворение потребностей региона в гипсе ($j = 3$)

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{k=1}^3 x_{i3k} = \Pi_3; \quad (6)$$

непревышение предельной мощности переработки серосодержащих отходов отрасли i при производстве продукции вида j

$$\sum_{k=1}^3 x_{ijk} \leq M_{ij}, \forall i, j; \quad (7)$$

непревышение предельно допустимой экологической нагрузки на регион

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{l=1}^2 \xi_i^l (w_i^l + \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^3 v_{ijk}^l) + \xi_1 x_1 \leq H; \quad (8)$$

степень утилизации серосодержащих отходов

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{k=1}^3 \frac{1}{\gamma_{ij} \epsilon_{jk}} x_{ijk} \geq \epsilon_0 Q_i, \forall i; \quad (9)$$

неотрицательность переменных

$$x_{ijk}, x_1, w_i^l, v_{ijk}^l, y_j \geq 0, \forall i, j, k, l. \quad (10)$$

Отсутствие возможности ввоза—вывоза гипса обусловлено несопоставимо высокими по сравнению с его стоимостью затратами на транспортировку.

Результатом решения серии задач являются оптимальная технологическая структура производства серосодержащей продукции из первичных отходов отраслей региона и в результате добычи первичного серосодержащего сырья, целесообразные объемы ввоза и вывоза продукции с учетом допустимого уровня технологической нагрузки на регион и интервальных оценок технико-экономических параметров.

В условиях перехода к рынку происходит изменение целей и хозяйственного механизма природопользования. Это выражается в частичном изменении целевой функции и ряда ограничений.

Рассмотрим региональную открытую модель периода перехода к рыночной экономике (модель 2).

В ней используется критерий максимизации прибыли субъектов региона, представляющий собой сумму остаточной прибыли предприятий региона и предприятий добывающей промышленности с учетом отчислений в бюджет и вышестоящие органы за вычетом стоимости ввозимой продукции и затрат на ее транспортировку. В состав остаточной прибыли предприятий региона входит суммарная ценность произведенной в результате утилизации отходов продукции за вычетом суммарных текущих затрат на ее производство, обезвреживание отходов, а также платежей предприятий за загрязнение окружающей среды вторичными отходами производства.

Остаточная прибыль предприятий добывающей отрасли включает суммарную ценность произведенной из добытой руды продукции за вычетом текущих затрат на ее добычу, платежей за загрязнение природной среды при добыче и платежей за природные ресурсы с учетом отчислений в региональные и централизованные фонды.

В соответствии с вышеизложенным критерий максимизации суммарной прибыли, остающейся у субъектов региона, имеет вид

$$F = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^3 (z_j - c_{ijk}) x_{ijk} + \alpha (z_1 - p_1 - g_1 - \frac{1}{\gamma_1 \epsilon_1} \Pi^{\text{пр}}) x_1 - \sum_{i=1}^3 \sum_{l=1}^2 (c_i^l + g_i^l) (w_i^l + \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^3 v_{ijk}^l) - \sum_{j=1}^3 (z_j + c_j) y_j \rightarrow \max. \quad (11)$$

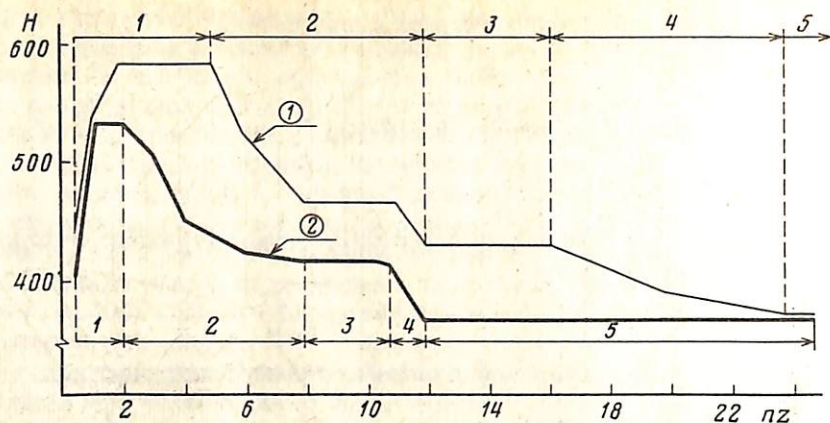


Рис. 2. Структура технологических сдвигов, обусловленных реализацией стратегии увеличения цен в условиях централизованной и перехода к рыночной экономике: 1 – интервал использования устаревших метатехнологий утилизации и обезвреживания, 2 – интервал перехода от устаревших к современным метатехнологиям, 3 – интервал использования современных метатехнологий, 4 – интервал перехода от современных к прогрессивным метатехнологиям, 5 – интервал использования прогрессивных метатехнологий; в кружочках: 1 – в условиях централизованной экономики, 2 – в условиях перехода к рыночной экономике; pz – кратность увеличения цен на продукцию

Особенность системы ограничений данной модели – наличие ограничения на суммарные капитальные вложения в охрану окружающей среды в регионе. Это связано с тем, что часть инвестиций, обеспечивающих достижение региональных нормативов качества природной среды, поступает из централизованных источников, а часть – в виде дополнительных капитальных вложений из регионального фонда охраны природы. Ограничение на суммарные инвестиции позволяет использовать в критерии задачи текущие затраты на утилизацию, обезвреживание и транспортировку продукции.

Таким образом, данная модель включает ограничения (2)–(10) и одно дополнительное ограничение на объем капитальных вложений с учетом дополнительных финансовых средств из регионального фонда охраны природы

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^3 k_{ijk} x_{ijk} + \sum_{i=1}^3 k_i^{l=2} (w_i^l + \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^3 v_{ijk}^{l=2}) + k_1 x_1 + \sum_{j=1}^2 k_j y_j - \\ - \delta \left\{ \sum_{i=1}^3 \sum_{l=1}^2 g_i^l (w_i^l + \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^3 v_{ijk}^l) + (g_1 + \frac{1}{\gamma_1 \epsilon_1} \Pi^{np}) x_1 \right\} \leq K. \quad (12)$$

Результатом решения серии задач являются: оптимальная технологическая структура производства серосодержащей продукции из первичных отходов отраслей и при добыче первичного серосодержащего сырья; целесообразные объемы ввоза и вывоза с учетом платежей за загрязнение природной среды и использование природных ресурсов и интервальных оценок технико-экономических параметров. Однако основным результатом служит не столько точечное решение, сколько исследование динамики (траекторий) точки оптимума под воздействием управляющих параметров. С позиций НТП такой анализ предполагает исследование условий последовательного перехода от базового набора, как правило, устаревших метатехнологий к современным и перспективным.

В качестве примера анализа влияния управляющих параметров рассмотрим результаты эколого-экономического моделирования стратегий изменения цен на серосодержащую товарную продукцию (рис. 2) и платежей за загрязнение окружающей среды и природные ресурсы (рис. 3).

Как видно из рис. 2, снижение уровня техногенной нагрузки при использовании стратегии изменения цен на продукцию происходит ступенчато. Это вызвано постепенным переходом к современным и прогрессивным технологиям, причем его интенсив-

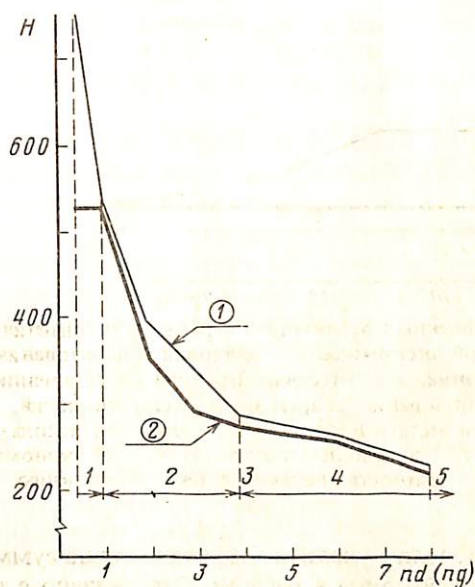


Рис. 3

Рис. 3. Структура технологических сдвигов, обусловленных реализацией стратегии увеличения норматива платежа (экономического ущерба) за загрязнение окружающей среды и природные ресурсы: 1 – интервал использования устаревших метатехнологий утилизации и обезвреживания, 2 – интервал перехода от устаревших к современным метатехнологиям, 3 – интервал использования современных метатехнологий, 4 – интервал перехода от современных к прогрессивным метатехнологиям, 5 – интервал использования прогрессивных метатехнологий; в кружочках: 1 – в условиях централизованной экономики, 2 – в условиях перехода к рыночной экономике; $nd(ng)$ – кратность увеличения экономического ущерба от загрязнения (платежей за загрязнение)

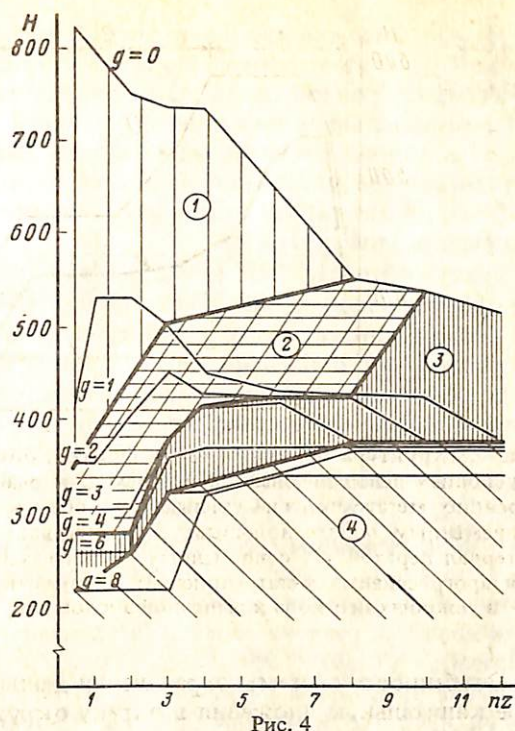


Рис. 4

Рис. 4. Структура технологических сдвигов, обусловленных реализацией комбинированной экономической стратегии увеличения цен для разного уровня норматива платежа за загрязнение окружающей среды и природные ресурсы: в кружочках обозначены: 1 – область использования устаревших метатехнологий утилизации и обезвреживания, 2 – область перехода от устаревших к современным метатехнологиям, 3 – область использования современных метатехнологий, 4 – область использования прогрессивных метатехнологий; жирная линия – границы областей использования метатехнологий различного типа; тонкая линия – оптимальные уровни техногенной нагрузки для каждого уровня платежей за загрязнение окружающей среды и природные ресурсы, $g = 0, \dots, 8$, в зависимости от цены продукции

ность наиболее высока в модели 2, что позволяет обеспечить необходимые структурные сдвиги при меньшем увеличении уровня цен, чем в модели 1. Вместе с тем расчеты, основанные на нормативной информации, показали, что предлагаемое многими экономистами повышение цен на продукцию минерально-сырьевого комплекса в 2–4 раза (например, на серосодержащее сырье) не стимулирует внедрения современных технологий утилизации отходов и сопровождается ростом техногенной нагрузки на окружающую среду и связано с выгодой увеличения интенсивности добычи первичного сырья. Снижение уровня антропогенной нагрузки на природную среду и переход к современным технологиям обеспечивается как минимум пятикратным ростом цен в условиях перехода к рыночной экономике, а в централизованной экономике повышение цен в аналогичном процессе должно быть еще больше.

Анализ полученных решений свидетельствует и о том, что при переходе к рынку достигается наименьший уровень техногенной нагрузки. Это обусловлено применением более эффективного механизма экономического стимулирования снижения загрязнения окружающей природной среды.

Из рис. 3 можно сделать вывод об эффективности данной управляющей переменной, поскольку в этом случае достигается предельный с технологических позиций уровень качества природной среды. Особенность этой стратегии — идентичный характер технологических сдвигов как в централизованной, так и при переходе к рыночной экономике, т. е. совпадают интервалы использования различных метатехнологий. Однако даже незначительное увеличение платежей за загрязнение окружающей среды и природные ресурсы делает работу предприятий нерентабельной, а следовательно, ограничивает применимость этой стратегии.

Таким образом, как видно из рис. 2 и 3, постепенный переход к перспективным метатехнологиям может быть осуществлен с разной интенсивностью в зависимости от выбора управляющих параметров и оценки различных экономических и социальных затрат, во многом зависящих от типа хозяйственного механизма.

В условиях перехода к рынку интерес представляет комбинированная стратегия, основанная на совместном изменении уровней цен на продукцию и платежей за загрязнение окружающей среды и природные ресурсы и, таким образом, предусматривающая совместное воздействие на выбор стратегии НТП обоих управляющих параметров (рис. 4). Такой подход позволяет достичь необходимого качества окружающей среды при одновременном обеспечении экономической "выживаемости" предприятий в период перехода к рынку. Помимо рассматриваемой комбинированной стратегии возможно использование и ряда других, например одновременного изменения нормативов отчислений в региональный фонд охраны природы и в централизованные фонды при различных уровнях цен на продукцию и (или) платежей за загрязнение окружающей среды и природные ресурсы и т. д. При этом, поскольку имеется несколько участников процесса принятия решений с априорно неопределенной функцией предпочтения, практически невозможно отразить их стратегии в матричной форме. Выходом может служить построение номограммы или серии номограмм с последующим поэтапным выделением на них компромиссной области допустимых решений.

При таком подходе каждый участник процесса принятия решений может оценить всю имеющуюся в его распоряжении область допустимых решений и на основе существующих предпочтений сделать выбор, заранее оценивая возможные наилучшие и наихудшие для него ответы других участников, что особенно важно в условиях возрастания неопределенности системы управления при переходе к рыночной экономике. Более того, в реальной ситуации, когда формирование экологической политики является прерогативой государства, возможна ситуация, при которой одновременно сталкиваются интересы государства, реализующего административные стратегии управления, региона с его административно-экономическими и производителей — с экономическими стратегиями управления.

В результате выбор наилучшего соотношения параметров должен осуществляться в рамках итерационной процедуры согласования решений с учетом векторной оценки результатов природопользования (капитальных вложений, цен, платежей, техногенной нагрузки, прибыли и т. д.) в их взаимосвязи, но это — предмет отдельного исследования.

Таким образом, в условиях перехода к рынку выбор стратегии НТП является сложной научно-технической задачей, предполагающей, однако, более гибкие, чем в централизованной экономике, подходы к ее решению на основе различных комбинаций стратегий управления участников процесса природопользования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Порфирьев Б.Н. Экологическая экспертиза и риск технологий // Итоги науки и техники. Охрана и воспроизводство природных ресурсов. Т. 27. М.: ВИНТИ АН СССР, 1990.
2. Гусев А.А. Проблемы совершенствования макроэкономических показателей с учетом охраны окружающей среды // Изв. АН СССР. Сер. экон. 1987. № 3.
3. Типовая методика определения экономической эффективности и экономического стимулирования природоохранных мероприятий и экономической оценки ущерба от загрязнения окружающей среды (проект). М.: ИЛА АН СССР, 1987.