

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ РАЗВИТИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Рюмина Е.В.

(Москва)

С помощью экономико-математического моделирования обоснован объем средств, необходимых для охраны водных ресурсов в масштабе всего народного хозяйства, отраслевая структура производства, воздействие на водную среду, экономический ущерб от загрязнения, соответствующие различным сценариям водоохранной деятельности.

Цель данной работы — исследование взаимосвязей развития народного хозяйства и состояния окружающей среды. В области этой многоаспектной проблемы прежде всего предметом изучения были: влияние экономики на состояние окружающей среды, связь между природоохранной деятельностью и возможностями народного хозяйства в ее осуществлении.

Для этого необходимо решить следующие задачи: 1) выразить количественно на макроуровне состояние окружающей среды; 2) разработать методы и модели, связывающие ее состояние и развитие народного хозяйства; 3) определить экономические и эколого-экономические характеристики природоохранной деятельности; 4) ввести в сферу прогнозирования на макроуровне понятие экономического ущерба от загрязнения окружающей среды и с его учетом оценить экономическую эффективность природоохранной деятельности; 5) выявить оптимальную стратегию этой деятельности на перспективу путем экспериментальных расчетов.

Незавершенность экономических исследований проблем охраны окружающей среды объясняется отсутствием показателей, с помощью которых можно хотя бы приближенно оценить воздействие экономики на состояние среды. Обычно объектом изучения является природоохранная деятельность или, в лучшем случае, ее взаимодействие с производственной. При этом остается в стороне главный вопрос — о состоянии окружающей среды. Но в реальности существует явная неоднозначность между средствами, направляемыми в охрану, и состоянием среды. Несмотря на то что первые могут быть значительными, оно будет ухудшаться из-за растущего объема производства, увеличивающего техногенное загрязнение. В связи с этим очевидна необходимость введения в экономический анализ показателей состояния окружающей среды. Ими не могут быть используемые в экологических и эколого-экономических исследованиях конкретных объектов такие региональные характеристики, как, например, концентрации загрязнителей в среде, а также укрупненные макроэкономические показатели ее состояния.

До сих пор проблема укрупненного представления состояния окружающей среды не решена, хотя всеми признавалась ее важность и некоторыми авторами предпринимались попытки сравнительных оценок в разных регионах страны путем введения баллов, шкал измерения и т.д.

Нет укрупненных показателей, с помощью которых можно было бы ответить на вопрос: насколько отличается воздействие на среду в различных вариантах развития экономики. Оно измеряется сейчас массой выпускаемых в нее вредных веществ. Такой подход, в частности, реализован в Комплексной программе НТП, но структуры выбро-

сов при этом могут быть совершенно разными, и поэтому трудно сравнивать варианты в целом.

Кроме того, эти показатели необходимы для сопоставления уровней допустимого состояния среды и допустимого антропогенного воздействия на нее. Сами допустимые показатели тоже должны получить свое выражение на макроуровне.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязнителей в среде можно использовать в регионах и сравнивать их с фактической концентрацией, зависящей от величины и характера выбросов вредных веществ и специфики местных условий трансформации загрязнителей. Введение на макроуровне критерия состояния среды, аналогичного ПДК (или ПДВ), неизбежно сопряжено с потерей физического смысла этого критерия, так как оно в среднем по стране нас не удовлетворяет; интерес представляют конкретные данные в каждом регионе. Поэтому любые попытки усредненного подхода к решению проблем охраны среды вызывают недовольство представителей естественных наук, особенно биологов. Экономистов обвиняют в искусственности подобных подходов. Однако при этом не учитывают, для каких целей вводятся усредненные величины и какие функции на них возлагаются экономистами.

Охрана окружающей среды всегда отстает от роста ее загрязнения. Изыскание дополнительных средств на охрану подчеркивает второстепенность, незначительность самой этой проблемы, а это не способствует ее решению. Ведь при прогнозировании необходим такой уровень абстракции, когда мы рассматриваем все народное хозяйство в целом, и должны определить, как развиваться отраслям, чтобы добиться заданных социально-экономических показателей и учесть при этом антропогенную нагрузку на окружающую среду. Если же на макроуровне не принимать во внимание экологический фактор, то задача рационализации природоохранных мероприятий будет решаться при фиксированном размещении производства и в этом случае мы никогда не используем возможности территориального перераспределения отрасли, взаимозаменяемости продуктов и ресурсов и т.п. в целях защиты среды.

Укрупненные показатели должны быть основаны на реальных данных и нормативах состояния среды, используемых на практике. Это предполагает разработку как процедуры агрегирования нормативных и фактических показателей с целью получения укрупненных макроэкономических показателей, так и процедуры их детального агрегирования.

1. ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА МАКРОУРОВНЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Задача агрегированного представления состояния окружающей среды исследовалась разными специалистами, но решения так и не получила. Единственная законченная работа в этой области — методика [1], где, в частности, разработаны показатели условной нагрузки на реципиентов, создаваемой каждым источником загрязнения.

При изучении народного хозяйства детализация его отдельных звеньев не дойдет до уровня конкретных источников загрязнения (народное хозяйство здесь классифицируется по отраслям), поэтому нужно обобщить процедуру, описанную в [1], для расчета отраслевых показателей условной нагрузки на водные ресурсы и атмосферу. Рассмотрим проблему на примере водных ресурсов.

Если бы работы по [1] велись повсеместно, то задача состояла бы только в агрегировании уже готовых показателей условной нагрузки на реципиентов по источникам загрязнения. Но поскольку этого нет, нет и возможности базироваться на системе региональных показателей, и начинать надо именно с создания такой системы. Это требует огромного объема исходной информации. Большая ее часть — экономические показатели, отражающие отраслевую структуру народного хозяйства и структуру каждой отрасли в натурально-стоимостном выражении.

В [1] предлагается следующая формула для расчета условной (приведенной) на-

грузки на реципиентов от загрязнения водных объектов

$$N_q = \sigma_k \sum_{i=1}^n A_i m_{iq},$$

где N_q — показатель условной нагрузки загрязнений на реципиентов на водохозяйственном участке k , усл.т/год; σ_k — безразмерная константа, определяющая сравнительную вредность загрязнения водных ресурсов по различным водохозяйственным участкам; A_i — относительная эколого-экономическая вредность загрязняющих веществ вида i , усл.т/т (приведены в [1]); m_{iq} — среднегодовой расход массы загрязнений вида i , т/год, поступающих в водный объект от источника q .

Пользуясь этой формулой, определим величину $N_q/X_q = n_q$, где X_q — объем производства продукции вида q . В соответствии с этим следует по каждой отрасли j сначала найти ее суммарную нагрузку N_j , что предполагает, в свою очередь, знание состава суммарного стока отрасли и массы отдельных ингредиентов. Поскольку данными о суммарной массе загрязнителей отрасли по их видам мы не располагали, расчет коэффициентов нагрузки проводился через концентрации загрязнителей в стоках

$$n_j^k = \sigma_k v_j \sum_i A_i c_i^j,$$

где c_i^j — концентрации ингредиента i загрязнения в стоке отрасли j , мг/л; v_j — объем сточных вод отрасли j на единицу продукции, м³/руб; n_j^k измеряется в усл.т/млн.руб.

Так как мы хотим рассчитать нагрузку для последующего проведения народнохозяйственных расчетов, ее необходимо усреднить по регионам.

Считая величину $v_j \sum_i A_i c_i^j$ постоянной для каждой отрасли, т.е. не зависящей от регионов размещения отрасли, а определяемой технологией отраслевого производства, находим среднюю нагрузку, создаваемую производством единицы продукции отрасли: $n_j = \bar{\sigma}_j v_j \sum_i A_i c_i^j$, где $\bar{\sigma}_j = \sum_k \sigma_k X_j^k / \sum_k X_j^k$, т.е. усредняем σ_k с учетом территориальной структуры производства каждой отрасли.

Как видим, составляющие показатели условной нагрузки характеризуют загрязненность стоков, их объем и размещение. Анализ этих составляющих объясняет, за счет какого фактора мы имеем в результате значительно различающиеся по отраслям коэффициенты условной нагрузки. В одних отраслях решающую роль играет степень загрязненности сточных вод — концентрации в них вредных веществ, в других — объемы сточных вод. Так, например, высокий коэффициент объема сточных вод лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности из-за высокой водоемкости производства (при средней загрязненности стока) обуславливает в этой отрасли максимальную величину показателя условной нагрузки на реципиентов. Наоборот, в промышленности строительных материалов при сильной загрязненности стоков вследствие малых объемов сточных вод в итоге формируется низкий коэффициент нагрузки.

Теперь можно оценить и экономический ущерб от сброса загрязняющих веществ в водоем в расчете на единицу продукции: $Y_j = \gamma n_j$, где константа γ , согласно [1], принимается равной 130 или 300 руб./усл.т в зависимости от характера проводимых расчетов.

Имея удельные отраслевые показатели нагрузки и объемы производства отраслей, можно получить суммарную по стране условную нагрузку на реципиентов, а отсюда и общий экономический ущерб от загрязнения. Для того чтобы влиять на суммарную нагрузку природоохранными мероприятиями, надо знать зависимость условной нагрузки от природоохранных затрат. Поскольку параметры функции в настоящее время точно не определены, мы ограничились рассмотрением отдельных точек, соответствующих фактическому, нормативному [2] и передовому уровням очистки.

Показатели условной нагрузки при фактической степени очистки стоков (уровень 1980—1985 гг.) и соответствующие ей данные на передовых предприятиях приведены в сравнении с показателями нормативной очистки на рис. 1. Из него следует, что факти-

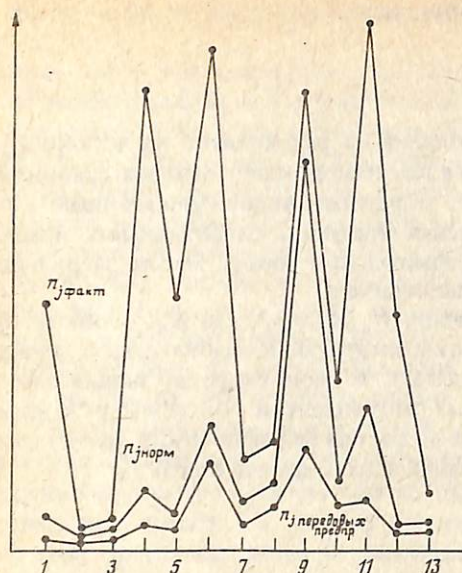


Рис. 1

Рис. 1. Коэффициенты условной нагрузки, создаваемой при производстве единицы продукции (для фактического, нормативного и передового уровня очистки сточных вод) по отраслям: 1 – черная металлургия, 2 – цветная металлургия, 3 – угольная, 4 – нефтегазовая, 5 – прочие виды топлива, 6 – электроэнергетика, 7 – машиностроение, 8 – химическая, 9 – лесная, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная, 10 – промышленность строительных материалов, 11 – легкая, 12 – пищевая, 13 – прочие отрасли

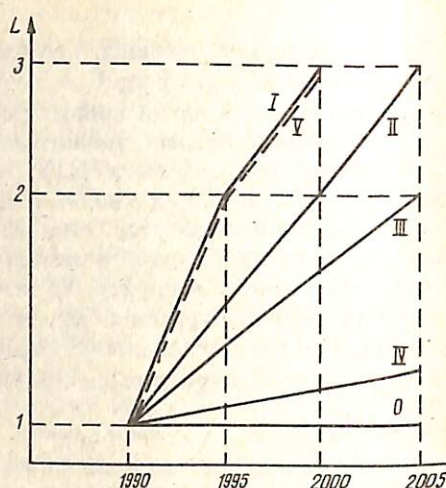


Рис. 2

Рис. 2. Характеристика вариантов водоохранных программ: L – уровень очистки: I – фактический, 2 – нормативный, 3 – передовой (0 – начальный вариант)

ческая нагрузка на реципиентов по большинству отраслей значительно выше нормативной, а последняя близка к нагрузке, создаваемой при очистке сточных вод на уровне упомянутых предприятий. Это обстоятельство во многом объясняет результаты, полученные в дальнейшем при расчетах по народнохозяйственной модели.

На базе рассчитанных коэффициентов в трех точках (фактическая, нормативная очистка и уровень передовых предприятий) была охарактеризована связь между затратами на очистку стоков и экономическим ущербом от загрязнения. Функция ущерба в зависимости от затрат на очистку в общем виде (для всех отраслей) убывающая и нелинейная.

Методика определения коэффициентов затрат на очистку стоков была предложена в [3].

Первый этап расчетов проводился для выявления нагрузки на реципиентов, экономического ущерба от загрязнения и затрат на очистку стоков при реализации различных вариантов природоохранной деятельности, которая осуществлялась с помощью имитационной динамической межотраслевой модели.

2. МОДЕЛЬ И ХАРАКТЕР ЕЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Использовалась имитационная динамическая межотраслевая модель народного хозяйства, работающая в ЦЭМИ и ГВЦ Госплана СССР [4]. В ней задается объем конечного продукта, соответствующий социальным целевым нормативам, и проверяется возможность его производства при имеющихся капитальных вложениях, трудовых и материальных ресурсах. Определяются объемы производства всех отраслей, ввод в действие основных фондов, структура инвестиций и др.

Целесообразность применения этой модели объясняется взаимосвязанностью со-

стояния окружающей среды и природоохранной деятельности с отраслевой структурой производства. Эти связи выражаются в том, что производственные процессы в отраслях воздействуют на окружающую среду; в свою очередь, проведение природоохранных мероприятий требует поставок продукции других отраслей в заданной материально-вещественной структуре, общие затраты на производство также зависят от природоохранной стратегии (обезвреживание отходов, внедрение безотходных производств и др.).

Процедура анализа природоохранной деятельности в модели может быть следующей (см. подробно в [5]):

а) разрабатывается сценарий этой деятельности в каждой выделенной отрасли с количественными характеристиками — природоохранными затратами на единицу продукции (текущие материальные затраты, капитальные вложения, фондоемкость). Безотходное производство является одним из возможных сценариев. Если его создание меняет не только коэффициенты природоохранных затрат, но и технологию основного производства, то вносятся изменения в коэффициенты прямых затрат отрасли (с учетом стоимости утилизированной продукции);

б) модель рассчитывается при заданном векторе конечного продукта и введении в технологическую матрицу коэффициентов природоохранных затрат, соответствующих рассматриваемому сценарию;

в) при возможности реализации сценария получаем основные показатели развития народного хозяйства;

г) внемодельно рассчитываем по годам суммарную условную нагрузку на реципиентов, соответствующую данному сценарию, используя показатели удельной нагрузки и рассчитанные по модели объемы производства отраслей;

д) закладывая в модель разные сценарии, имитируем развитие народного хозяйства и рассчитываем по годам разные траектории изменения суммарной нагрузки на реципиентов.

При этом предполагается сравнение суммарных нагрузок, соответствующих разным сценариям, между собой, а также с нагрузкой, принимаемой за допустимую или желаемую. Окончательный выбор природоохранной стратегии осуществляется экспертно после проигрывания всех сценариев с учетом траекторий развития народного хозяйства и изменения нагрузки на реципиентов.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ПО НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МОДЕЛИ С ПРОГРАММАМИ ВОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Экспериментальные расчеты по модели дали возможность проследить реакцию народного хозяйства на различные группы природоохранных программ.

Первая группа — пять вариантов водоохранных программ. Они различаются конечными целями (рис. 2): достижение к 2005 г. во всех отраслях передового (I, II варианты) либо нормативного (III) уровня очистки сточных вод, а также заданными траекториями развития процессов очистки. Один из вариантов (V) состоит в выходе на передовой уровень очистки сточных вод лишь в четырех отраслях (химической, лесной, легкой и пищевой), поскольку в процессе расчетов обнаружилось, что ими в начале планового периода создается 80% нагрузки на реципиентов и ими же 70% — к 2005 г.

В качестве базы для последующего анализа программ охраны водных ресурсов взят начальный вариант, т.е. тот, информация по которому уже заложена в показатели модели. Все экономические характеристики остальных вариантов вводились в ее информационную базу как приращение начальных показателей.

Одним из основных экономических показателей природоохранной программы является фондоемкость очистной деятельности. В среднем по всем отраслям для достижения передового уровня очистки фондоемкость продукции должна быть увеличена на 15%, а для получения нормативного — на 10%. Именно на такой рост фондов очистных сооружений сориентированы I—III, V варианты; IV вариант характеризуется только ростом текущих материальных затрат на очистку.

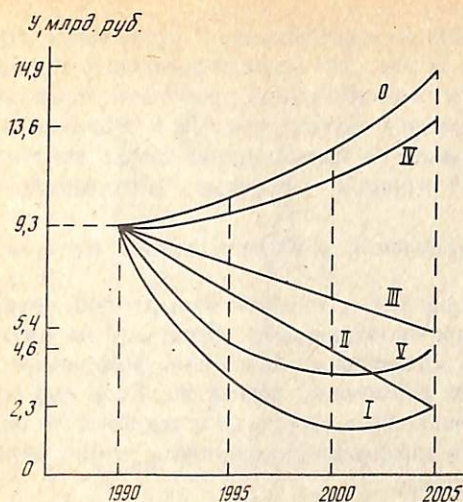


Рис. 3

Рис. 3. Экономический ущерб от загрязнения водной среды по вариантам водоохранных программ (0 — начальный вариант)

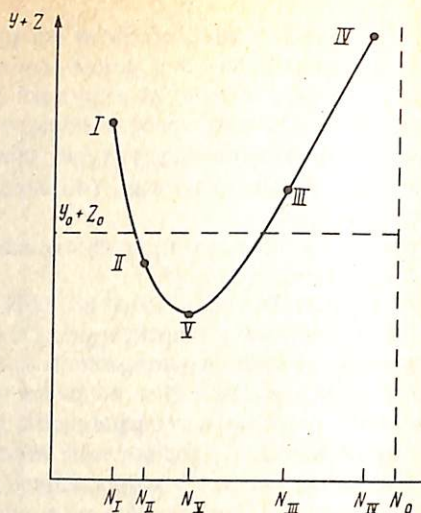


Рис. 4

Рис. 4. Суммарные издержки загрязнения по вариантам водоохранных программ

Расчеты проводились с заданным вектором конечного продукта, отражающим целевые социальные показатели. Необходимость его изменения может возникнуть в случае несовместимости ограничений. В данной модели лимитирующим фактором являются трудовые ресурсы и капитальные вложения.

В результате расчетов по всем вариантам система оказалась разрешимой.

Полученные объемы валовых выпусков продукции позволили определить условную нагрузку на реципиентов в целом по народному хозяйству и по отраслям, а также экономический ущерб от загрязнения водных ресурсов. Структура нагрузки по отраслям отражает и отраслевую структуру производства.

Так, большой удельный вес суммарной условной нагрузки, создаваемой пищевой промышленностью (до 17%), при сравнительно низких показателях удельной нагрузки объясняется значительным объемом ее производства.

При анализе нагрузок на реципиентов обнаруживается, что в IV варианте снижение удельных нагрузок не компенсирует увеличения суммарной, вызванного ростом объемов производства: во всех отраслях условная нагрузка в 2005 г. выше, чем в 1991 г. В III варианте подобное явление наблюдается в трех отраслях — машиностроении, лесной промышленности и (незначительно) в угольной. Это говорит о том, что переход к нормативному уровню очистки не способен сдержать рост загрязнения среды этими отраслями, хотя в целом по промышленности в этом варианте нагрузка снижается за плановый период в 1,7 раза. Передовой уровень очистки (варианты I, II, V) обеспечивает темп снижения нагрузки, опережающий темп роста объемов производства во всех отраслях.

Экономический ущерб от загрязнения, соответствующий результатам расчетов, отражен на рис. 3. Максимальное снижение экономического ущерба от загрязнения водных ресурсов в 2005 г. обеспечивается I и II вариантами водоохранных программ и оказывается меньше начального в 6,5 раз (с 14,9 до 2,3 млрд.руб./год).

Обратимся к капитальным вложениям. Их общее увеличение в I варианте расчетов по сравнению с начальным составило за весь период (с учетом дисконта времени) 60,8 млрд.руб., во II — 55,8 млрд.руб., в III — 41,7 млрд.руб., в IV — 12,5 млрд.руб., в V — 20,3 млрд.руб.

Расчет суммарного народнохозяйственного экономического эффекта
за период 1991–2005 гг., млрд. руб.
(в сравнении с начальным вариантом)

Вариант	Предотвращенный экономический ущерб (сверх начального варианта)	Дополнительные капитальные вложения в водоохранные мероприятия	Дополнительные эксплуатационные расходы	Дополнительный по сравнению с начальным вариантом народнохозяйственный экономический эффект
I	47,6	20,7	35,3	-8,4
II	44,7	19,0	24,0	1,7
III	26,9	14,2	16,0	-3,3
IV	3,3	4,2	15,9	-16,8
V	40,6	7,0	24,2	9,4

Заметно выделяется эффективностью V вариант, в котором водоохранные программы реализуются не во всех отраслях, а лишь в четырех. Это объясняется тем обстоятельством, что в этих отраслях, более других загрязняющих водоемы, затраты на водоохранные мероприятия чрезвычайно низки и их малые приращения способны дать значительный эффект снижения уровня загрязнения.

По нашим расчетам, капитальные вложения в создание фондов очистных сооружений равны одной трети капитальных вложений в реализацию водоохранных программ в целом по народному хозяйству.

Далее, следуя [1], определим наилучшую из рассмотренных водоохранных программ по критерию: $\Delta Y_{\text{сум}} - \Delta Z_{\text{сум}} \rightarrow \max$, где $\Delta Z_{\text{сум}} = \sum_{t=1}^{15} (\Delta k_t + \Delta c_t / (1 + E_{\text{н.п}})^t)$; Δk_t и Δc_t — дополнительные по отношению к начальному варианту капитальные вложения и эксплуатационные расходы; $\Delta Y_{\text{сум}} = \sum_{t=1}^{15} \Delta Y_t / (1 + E_{\text{н.п}})^t$ — предотвращенный экономический ущерб от загрязнения водных ресурсов в сравнении с начальным вариантом.

Необходимая информация для расчета эффективности водоохранных программ содержится в таблице.

Оптимальным и здесь оказывается V вариант, в котором народнохозяйственный эффект за плановый период составляет 9,4 млрд.руб. Критерий эффективности, принятый в [1], соответствует задаче поиска экономического оптимума загрязнения, который определяется решением задачи: $Y + Z \rightarrow \min$, где Y — экономический ущерб от загрязнения; Z — природоохранные затраты. Поскольку до сих пор мы оперировали дополнительными по отношению к начальному варианту величинами, в принятых нами обозначениях критерий выглядит следующим образом: $Y_0 - \Delta Y + Z_0 + \Delta Z \rightarrow \min$, где Y_0 и Z_0 — экономический ущерб и природоохранные затраты в начальном варианте.

Значения этой целевой функции в точках, соответствующих рассмотренным вариантам (рис. 4), позволяют сделать некоторые выводы о направлении развития водоохранных деятельности.

Во-первых, эти варианты не способны полностью исключить негативное воздействие производства на окружающую среду. Они учитывали внедрение передовых методов охраны водных ресурсов, а отраслевые прогнозы развития водоохранных деятельности в основном ориентированы на развитие методов очистки сточных вод, а не на совершенствование технологических процессов основного производства путем внедрения маловодных и малоотходных технологий. Это говорит о том, что названные методы хотя и признаются более эффективными для охраны водных ресурсов от загрязнения, но их удельный вес во всей системе водоохранных деятельности долго еще будет незначительным, не оказывающим решающего воздействия на состояние водной среды.

Во-вторых, если раньше предполагалось, что экономическая эффективность очистки

сточных вод начнет падать в отдаленной перспективе развития технологии очистки, то результаты расчетов показали: этот уровень уже достигнут. Экономическая эффективность снижения экономического ущерба от загрязнения может возрасти с появлением принципиально новых технологий, характеризующихся большим экологическим результатом при меньших затратах. В настоящее время экономически более выгодно внедрение передовых методов очистки лишь в нескольких отраслях. Очистка стоков в остальных отраслях требует чрезмерных затрат, поэтому в них выгоднее совершенствовать сами технологии производства.

Предложенная процедура оценки экономической эффективности водоохранных мероприятий и методологически, и методически может быть распространена на исследование любых природоохранных мероприятий.

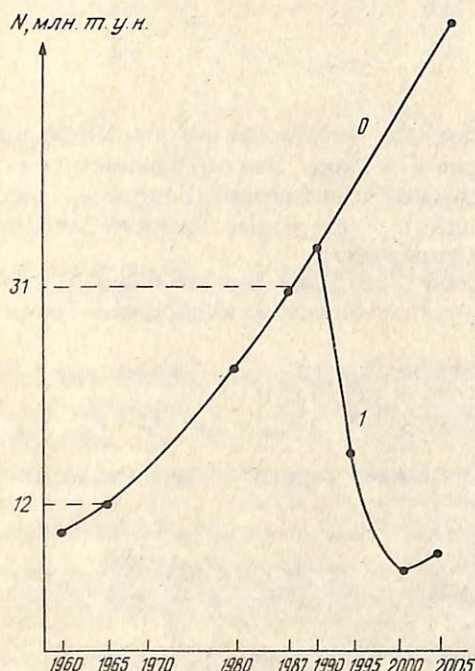


Рис. 5. Ретроспектива и прогноз воздействия промышленности на водную среду (0 — начальный вариант)

В-третьих, расчеты еще раз подтвердили, что затраты на охрану окружающей среды — не вычет из национального дохода, они не только оправданы с экологической точки зрения, но и дают положительный народнохозяйственный эффект. Игнорирование этих результатов, обусловленных предотвращенным экономическим ущербом от загрязнения, заставляет природоохранную деятельность играть роль просительницы, тогда как в действительности она представляет собой выгодную сферу капитальных вложений.

Важное значение имеет проблема допустимости полученных суммарных величин условной нагрузки на реципиентов от загрязнения водной среды. Это по существу вопрос о критерии качества окружающей среды. Один из возможных подходов к оценке допустимости суммарной нагрузки основан на сравнении ее с общей нагрузкой, соответствующей периоду времени, который может считаться благополучным с точки зрения состояния окружающей среды. В ряде исследований в качестве такого года принимается 1965-й. Нам удалось собрать информацию, необходимую для расчета условной нагрузки, начиная с 1960 г. (рис. 5).

Как видим, негативное воздействие промышленности на водные ресурсы возросло в 2,5 раза — с 12 млн.т у.н. в 1965 г. до 31 млн.т у.н. в 1987 г. Конечно, нагрузка в 12 млн.т у.н. не может считаться эталоном, так как и 1965 г. не был идеальным по состоянию окружающей среды, но все-таки именно после него — в начале 1970-х годов —

медики и биологи стали обнаруживать рост заболеваний, вызванных загрязнением среды. Кроме того, надо учитывать процесс накопления вредных веществ в среде, а не только текущие их выбросы. Если мы хотим вернуться к состоянию среды, соответствующему 1965 г., то выбросы должны быть ниже того уровня.

При повсеместном внедрении передовых методов борьбы с загрязнением водной среды (I вариант) снижение суммарной нагрузки до уровня 1965 г., т.е. до 12 млн. т у.н., может быть достигнуто лишь в 1996 г., а до уровня 1960 г. — в 1998 г. Варианты III, IV, V не обеспечивают этих уровней в течение всего рассмотренного периода. Рис. 5 позволяет сравнить динамику фактических показателей условной нагрузки за 1960–1987 гг. и динамику, полученную при расчетах по I варианту. С учетом негативного воздействия накапливаемых в среде загрязнителей можно сказать, что при значительной активизации водоохранной деятельности мы возвращаемся к уровню 1960 г. только через 45 лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. М.: Экономика, 1986.
2. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности. М.: Стройиздат, 1982.
3. Рюмина Е.В. Экологический фактор в экономико-математических моделях. М.: Наука, 1980.
4. Матлин И.С. Сводная народнохозяйственная модель в системе моделей оптимального перспективного планирования // Экономика и мат. методы. 1978. Т. XIV. Вып. 6.
5. Рюмина Е.В. Согласование планов развития народного хозяйства и природоохранной деятельности // Проблемы согласования отраслевых и региональных решений в системе моделей оптимального планирования. М.: ЦЭМИ АН СССР, 1986.

Поступила в редакцию
25 VII 1990