

ЭКОНОМИКА ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЕЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В США

Гаврилова Ю.Ю.

(Москва)

Предлагается анализ взаимоотношений фирмы с природоохранными управлениями. Он основывается на исследованиях американских специалистов. Его предпосылками служат условия рыночной экономики и система природоохранных законов США. Результаты рассматриваются с точки зрения применимости к экономическим реалиям СССР.

Плата за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу стационарными источниками, экспериментально введенная в СССР с 1990 г., — первый практический шаг по созданию экономического механизма охраны окружающей среды. Насколько он будет эффективен, покажет время. Во всяком случае опыт других стран, в частности США, говорит о том, что комплекс мер, обеспечивающих контроль и подчинение субъектов экономической деятельности законам о выбросах, крайне необходим из-за невозможности их тотального мониторинга. Такой мониторинг требует колоссальных издержек, которые не в состоянии позволить себе даже богатое американское общество*. Поэтому приходится полагаться на информацию, представляемую самими фирмами, которые в условиях рынка стараются использовать несовершенство системы контроля за выбросами со стороны общества (в лице природоохранных организаций), занижая в отчетах свои реальные выбросы с целью экономии на плате за них. Статистические обследования, проводимые EPA (Environmental Protection Agency — Агентство по охране окружающей среды), подтверждают это [2].

Естественной реакцией на такое положение дел было введение в США штрафа за искажение информации. Его действенность зависит от величины и частоты (вероятности) наложения. Последнее определяется усилиями контролирующих организаций по выявлению нарушений и привлечению за них к ответственности, что в свою очередь, требует средств и напрямую затрагивает интересы самих проверяющих. При децентрализованной структуре этой деятельности интересы локальных (местных) управлений и центрального управления различны и не совпадают с общественными. Поэтому фирмы оказываются под воздействием множества управленческих сигналов, поступающих от децентрализованной, а порой и фрагментарной системы подчинения законам об ограничении выбросов.

1. ЦЕНТРАЛЬНОЕ И МЕСТНОЕ ПРИРОДООХРАННЫЕ УПРАВЛЕНИЯ

В США на уровне штата действует так называемое Central Agency (CA), которое определяет политику ограничения выбросов в целом для его территории. Основу системы их контроля составляет политика прямого контроля, осуществляемая в двух направлениях: 1) установление квот или предельных уровней выбросов, превышение которых облагается штрафом; 2) выработка требований к технологиям

*Кстати, в 1987 г. американцы истратили на природоохранные мероприятия 71,4 млрд. долл. [1].

и оборудованию, которые используются фирмами-загрязнителями, и введение штрафа за нарушения этих требований. Кроме того, имеет место политика (но она значительно менее распространена), предусматривающая введение таксы (платы) на единицу выбросов. Согласно критериям оценки качества [3] по эффективности она превосходит политику прямого контроля, которая тем не менее доминирует, поскольку лучше обеспечена Законом о чистом воздухе и многочисленными поправками к нему.

С начала 1970-х годов *EPA* разрабатывает принципиально новую концепцию контроля за выбросами загрязняющих веществ или рынок прав (лицензий) на выбросы. Основная причина обращения к рыночному механизму — быстро растущие расходы на достижение принятых стандартов качества окружающей среды. Директивное установление предельно допустимых выбросов (ПДВ) для различных источников без учета индивидуальных издержек контроля за загрязнением повлекло такое их распределение между фирмами, которое очень далеко от теоретически оптимального [4—6]. Объективная необходимость поиска более совершенного режима контроля за загрязнением и давление на *EPA* со стороны делового мира привели к реформе 1979 г.

Основные ее составляющие: а) политика "облака"; в) политика компенсаций; с) выпуск банковских обязательств. Первая разрешает каждой фирме свободно распределять выбросы между внутренними источниками на своих промышленных объектах таким образом, чтобы в целом они удовлетворяли всем эмиссионным стандартам. Естественно, фирма не имеет права наращивать выбросы одних типов загрязняющих веществ (в том числе токсичных) за счет других; перераспределение выбросов должно осуществляться по каждому загрязняющему веществу отдельно. В итоге *EPA* не нужно следить буквально за каждой "дымящей трубой", а можно ограничиться заводом в целом, отдельные источники которого как бы формируют "облако". Такой подход допускает маневр выбросами: фирма может отыскивать их оптимальное распределение, соответствующее минимальным издержкам контроля.

Вторая составляющая реформы решает проблему экономического роста в регионах, которые не удовлетворяют национальным стандартам качества воздуха (воды). Новые фирмы, желающие разместить здесь свои предприятия, или старые фирмы, расширяющие деятельность, связанную с ростом выбросов, должны выкупить право на эмиссию загрязняющих веществ у других фирм данного региона. При этом продавцы обязаны сократить выбросы на величину, большую, чем будут выбрасывать покупатели. Самостоятельные сделки заключаются по каждому типу загрязняющих веществ. Естественно, покупатели станут подыскивать самые дешевые варианты, поэтому издержки на улучшение воздуха (воды) в регионе минимизируются.

Третья составляющая предусматривает возможность накопления лицензий на выбросы. Если фирма опустила свои выбросы ниже уровня, предусмотренного стандартом, то на разницу она получает аккредитив, который можно положить в специальный банк, чтобы впоследствии использовать самой или продать. Это облегчает потенциальным покупателям лицензий поиск подходящих продавцов, значительно сокращая издержки на него.

Проблема подчинения фирм природоохранному законодательству не возникает в связи с этими, только набирающими силу, "рыночными" мерами. Поэтому сконцентрируем внимание на политиках прямого контроля и таксации выбросов. Если *СА* решает использовать первую, то оно назначает стандарт выбросов W^* , штраф за его превышение, а также некоторую вероятность наложения этого штрафа. Ее реализует местное природоохранное управление или *LA* (Local Agency), для которого сумма штрафа и вероятность его наложения — заданные величины. Сфера его действия может ограничиваться одной или несколькими подконтрольными территориями внутри данного штата. *LA* испытывает двойное давление со стороны *СА* и местных государственных властей. Такое давление в конечном счете формирует линию поведения *LA* по отношению к фирмам.

Это управление подчиняется *СА*. Поэтому, с одной стороны, оно должно следить

за тем, чтобы в регионе удовлетворялся стандарт W^* а, с другой, служащие LA , живущие и работающие в данном регионе, ежедневно и непосредственно контактируют с фирмами и местными властями. Это вынуждает их проводить гибкую политику, предпочитая переговоры формальным санкциям, чтобы не вызывать падения деловой активности в регионе, а, следовательно, и конфликтов с местными властями, финансирующими деятельность LA . Иначе говоря, слишком жесткая политика контроля с его стороны может подорвать поддержку местных властей и кооперацию с фирмами, слишком мягкая способна навлечь санкции со стороны CA и расстроить систему управленческих воздействий, подчиняющих фирмы стандарту W^* . Ситуацию усложняет неопределенность информации. Все действия LA по штрафованию фирм базируются на решении, принимаемом на основе неполной информации: было ли нарушение стандарта в действительности или нет. Поэтому большую часть времени LA тратит на наблюдение, мониторинг, инспекции с целью выявления нарушителей, а не на привлечение уже найденных нарушителей к ответственности. Выбросы загрязняющих веществ стохастичны по своей природе, т.е. каждому данному уровню производственной активности фирмы (например, объему выпуска продукции за период) невозможно сопоставить строго определенный объем выбросов. Так что результатом мониторинга LA является приблизительная оценка распределения вероятности выбросов фирмы [7]. Замеры, получаемые LA , — некая выборка, по которой оценивается генеральная совокупность.

Если \bar{W} — среднее значение выборки, то при $\bar{W} > W^*$ реальное нарушение стандарта фирмой, естественно, не гарантируется. Тем более сложно доказать суду, что данные мониторинга — результат производственной политики фирмы, а не случайных флуктуаций выбросов. К этому следует добавить действия случайных процессов рассеивания, поглощения и т.д., влияющих на концентрацию загрязняющих веществ в среде и делающих данные LA о выбросах еще более неопределенными.

Принятие решения о нарушении некоей фирмой стандарта W^* на основе подобной информации связано с вероятностными ошибками, одни из которых могут повлечь большие, другие меньшие издержки LA . Возможны следующие варианты: 1) LA заявляет о нарушении фирмой стандарта и при этом нарушение действительно имело место ("hit" или "выявление нарушителя"); 2) LA не обнаруживает превышения стандарта, хотя оно произошло ("miss" или "пропуск нарушителя"); 3) LA заявляет о нарушении W^* , которого не было ("false alarm" или "ложная тревога"); 4) LA не находит нарушения стандарта и его действительно не было ("correct rejection" или "правильное ненаказание").

Таким образом, возникают ошибки двух типов 2)–3), которые являются аналогами статистических ошибок, соответственно, первого и второго рода. Предполагается, что обо всех ошибках так или иначе становится известно. О "пропусках" CA и местные власти могут узнать из средств массовой информации или от отдельных граждан, в то время как "ложной тревоге" будут энергично сопротивляться напрасно обвиненные фирмы.

Для LA желательно определить оптимальную стратегию, балансирующую между ошибками первого и второго рода. Ведь если LA снижает возможные "пропуски" в пользу гипотезы о имеющемся нарушении стандарта, то растет шанс "ложной тревоги", а если LA уменьшает число вероятных "ложных тревог", более сдержанно относясь к объявлению о нарушении фирмой W^* в пользу гипотезы о ненарушении, то растут шансы получить "пропуск". В таком контексте с проблемой оптимального поведения LA позволяет справиться теория статистических решений.

2. МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ LA

Предположим, что информация, касающаяся подчинения или неподчинения фирмы стандарту, обладает простыми стохастическими свойствами. Пусть X — случайная величина, характеризующая статус подчинения фирмы стандарту. Как правило, X — k -мерный вектор, каждая компонента которого соответствует отдельному

источнику информации о поведении фирмы. Источниками могут служить сообщения отдельных граждан, средств массовой информации, самой фирмы, данные мониторинга, инспекций и прочих наблюдений.

Допустим, что X имеет различные плотности распределения вероятности $F_v(X)$ и $F_{nv}(X)$ в зависимости от того, какая из двух альтернативных гипотез рассматривается: $F_v(X)$ — об имеющемся нарушении стандарта или $F_{nv}(X)$ о ненарушении W^* . Отношение

$$L(X) = F_v(X)/F_{nv}(X) \quad (1)$$

— относительная вероятность того, что данная информация свидетельствует скорее о том, что имеет место нарушение стандарта. Поскольку рассматриваются только две альтернативные гипотезы, (1) сведет всю информацию, заключающуюся в случайном векторе X , в одномерный индекс. На рис. 1 изображены одномерные плотности распределения X : $NV = F_{nv}(X)$ и $V = F_v(X)$. Графики представляют собой кривые Гаусса с равными дисперсиями. Предполагаемое нормальное распределение X гарантирует монотонность изменения X и $L(X)$ и позволяет считать одномерную ось X нормальной шкалой для относительной вероятности $L(X)$. На этой шкале LA должно выбрать критическую точку X_c и соответствующую $L(X_c)$, оптимизирующие стратегию агентства.

Критическая точка X_c определяет критическую область. Если согласно информации i -кского наблюдения $X_i > X_c$, то это означает, что она поддерживает гипотезу о нарушении фирмой стандарта. При $X_i < X_c$ принимается гипотеза о ненарушении. Но здесь сохраняется вероятность совершить ошибки первого и второго рода. На рис. 1 она представлена площадью фигуры, образуемой пересечением кривых NV и V . Чем больше расстояние d^0 между серединами распределений $F_v(X)$ и $F_{nv}(X)$, тем выше точность принимаемого решения.

Значение d^0 во многом зависит от размера выборки X . Но для данного исследования качество наблюдений существеннее их количества. Чем выше чувствительность системы обнаружения нарушителей LA ; тем больше d^0 и меньше вероятность сделать ошибку. Естественно, при сильном превышении W^* качество информации не столь уж важно, поэтому d^0 будет определяться еще и средним превышением стандарта.

Каким же образом LA должно выбирать критерий X_c , оптимизирующий решение управления? Если издержки, связанные с "ложной тревогой" ($C_{d,nv}$) и "пропуском нарушителя" ($C_{nd,v}$) одинаковы, как и выгоды от "выявления нарушителя" ($B_{d,v}$) и от "правильного наказания" ($B_{nd,nv}$), то X_c находится на пересечении функций распределения $F_v(X)$ и $F_{nv}(X)$. Если эти условия не выполняются, то требуется тщательный анализ всех "плюсов" и "минусов", связанных с тем или иным решением, ориентированный на максимизацию целевой функции LA — предполагаемой "стоимости" решения LA по определению статуса подчинения фирмы W^* [8].

Эта функция имеет вид

$$\max EV = p(D \wedge V) B_{d,v} + p(ND \wedge NV) B_{nd,nv} - p(ND \wedge V) C_{nd,v} - p(D \wedge NV) C_{d,nv}, \quad (2)$$

где $p(D \wedge V)$ — совместная вероятность двух событий (LA обвиняет фирму в нарушении стандарта (D) и нарушение (V) имеет место в действительности); $B_{d,v}$ — выигрыш, связанный с поимкой нарушителя; $p(ND \wedge NV)$ — совместная вероятность события ND (управление решает, что нарушения не было) и NV (нарушения действительно не было); $B_{nd,nv}$ — выигрыш; $p(ND \wedge V)$ — совместная вероятность ND и V , равная вероятности "пропуска нарушения"; $C_{nd,v}$ — связанные с этим издержки; $p(D \wedge NV)$ вероятность "ложной тревоги"; $C_{d,nv}$ — издержки.

Воспользуемся соотношениями: $p(D \wedge V) = p(V)p(D|V)$, $p(ND \wedge NV) = p(NV)p(ND|NV)$, $p(D \wedge NV) = p(NV)p(D|NV)$, $p(ND \wedge V) = p(V)p(ND|V)$, $p(V) + p(NV) = 1$, $p(D|V) + p(ND|V) = 1$, $p(D|NV) + p(ND|NV) = 1$,

где $p(V)$, $p(NV)$ — априорные вероятности; $p(D|V)$, $p(D|NV)$, $p(ND|NV)$, $p(ND|V)$ — условные вероятности.

Тогда (2) можно привести к виду

$$[p(D|V) - bp(D|NV)] \rightarrow \max, \quad (3)$$

где

$$b = p(NV)/p(V) \left[\frac{B_{nd,nv} + C_{d,nv}}{B_{d,v} + C_{nd,v}} \right]. \quad (4)$$

Значение b определяет критическую точку X_c (подробности см. в [8]).

Согласно этому, LA , имеющее некую свободу действий, даже если позволяют средства, будет не увеличивать вероятность обнаружения нарушений стандарта (до уровня, установленного CA), а взвешивать издержки ошибочных действий и выигрыши верных решений в целях наиболее эффективного для себя использования информации. Если априорные вероятности $p(V)$ и $p(NV)$ равны друг другу, а "стоимости" решений и ошибок одинаковы, то $b = 1$ и соответствующая критическая точка X_c определяется абсциссой точки пересечения кривых NV и V на рис. 1.

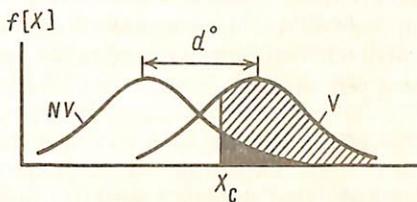


Рис. 1. Функции плотности распределения вероятности ненарушений (NV) и нарушений (V) стандарта

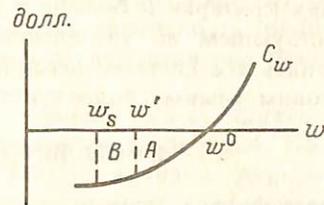


Рис. 2. Ожидаемые дополнительные затраты, связанные с подчинением стандарту w_s

Следует отметить, что априорные вероятности $p(V)$ и $p(NV)$ отражают степень подозрительности LA по отношению к данной фирме. Изменение этих вероятностей означает изменение требований, необходимых для LA , чтобы подтвердить или признать недействительным факт нарушения стандарта. Например, если в прошлом обвинения некоторой фирмы в превышении W^* подтвердились, но потом эта фирма предпринимала значительные усилия по реальному сокращению выбросов, то вероятность $p(NV)$ будет увеличиваться, а $p(V)$ — снижаться.

Если $p(V) < p(NV)$ при заданных $B_{d,v}$, $C_{nd,v}$, $B_{nd,nv}$, $C_{d,nv}$, то критерий b будет расти, смещая X_c вправо. Это говорит о том, что в данной ситуации LA инкриминирует фирме нарушение стандарта лишь в экстремальных случаях. Напротив, если $p(V) > p(NV)$, то значение b уменьшается, смещая X_c влево: LA будет классифицировать даже двусмысленную информацию как нарушение, так как априорно с большой вероятностью ожидает его. Важно, что, хотя $p(V)$ и $p(NV)$ формируются имеющимся у LA опытом, достаточно сильное влияние на них оказывают личные взаимоотношения сотрудников управления с управляющими фирм.

Число случаев инкриминации нарушения W^* растет при фиксированных $p(V)$ и $p(NV)$, когда давление со стороны CA или какие-то специфические условия требуют больших издержек, связанных с "пропуском нарушения", и выигрыша от "обнаружения нарушителя". $B_{d,v}$, $C_{nd,v}$, увеличиваясь, снижают значение b , X_c сдвигается влево, повышая долю "обнаружения нарушителя" по отношению к "пропуску". Но если ситуация такова, что главное для LA — хорошие отношения с деловыми кругами региона, то возрастают $B_{nd,nv}$, $C_{d,nv}$, а следовательно, и b , критерий X_c сдвигается вправо; LA склонно принимать решение в пользу непревышения стандарта. Эта тенденция обязана страху перед ростом давления на весьма ограниченные ресурсы LA из-за того, что фирмы откажутся добровольно сотрудничать, предоставляя

полную и надежную информацию о выбросах, или будут оспаривать каждое обвинение LA в суде*.

Если CA предпочтет ввести таксу на единицу выбросов, проблема нарушения относящегося к ним законодательства, останется, но в несколько измененном виде. Система прямого контроля требовала от LA проверить, отличается ли W от стандарта W^* , а при таксе на выбросы оно должно определить, действительно ли фирма выбрасывает загрязняющих веществ столько, сколько указывает в отчетах (равны ли W и W_r). В обоих случаях желателен постоянный контроль за фирмами. Однако при таксации выбросов система контроля LA должна иметь большую чувствительность или разрешающую способность. Априорные вероятности $p(V)$ и $p(NV)$ в этом случае равны, поскольку выбросы фирм труднопредсказуемы для LA , особенно если отсутствует информация о контрольной технологии фирмы и ее производственных планах.

Прямой контроль LA давал фирме некую свободу в отношении W в обмен на информацию, позволяющую снизить вероятность ошибочных решений. Альтернативная политика делает фирму менее уязвимой (нет W^*), поэтому издержки "ложных тревог" $C_{d,nv}$ превышают издержки "пропусков нарушения" $C_{nd,v}$. При прочих равных условиях критерий b больше и X_c правее в случае таксовой политики, что говорит о сопутствующем ей увеличении числа пропущенных нарушений. Единственный способ уравнивать обе системы ограничения выбросов — это предоставить LA , работающим в таксовом режиме, более чувствительные средства контроля.

3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ФИРМЫ

Рассмотрим фирму, производящую в условиях произвольной рыночной структуры продукт x . Пусть $R(x)$ — выручка от продажи; $R_x = dR(x)/dx$ — маргинальная выручка; $C(x, w, u)$ — издержки фирмы, зависящие от количества выпускаемого продукта (x), количества выбрасываемых фирмой загрязняющих веществ (w); неких действий по сокрытию истинного масштаба выбросов (u). Частные производные функции издержек означают: $C_x = (\partial C(x, u, w)/\partial x)$ — маргинальные издержки по выпуску, $C_w = (\partial C(x, u, w)/\partial w)$ — маргинальные издержки по выбросам, $C_u = (\partial C(x, u, w)/\partial u)$ — маргинальные издержки по действиям, совершаемым с целью сокрытия истинных выбросов фирмы.

Так как при отсутствии всякого контроля за выбросами фирме выгодно выбрасывать загрязняющие вещества без всякой предварительной очистки или обработки, то C_w должна быть отрицательной (отрицательные издержки — это выгода) на интервале $[0, w^0]$ (см. рис. 2). Точка w^0 , где $C_w = 0$, представляет тот объем выбросов, который осуществляет фирма, если отсутствует всякий контроль за ними. Можно предположить, что правее точки w^0 функция C_w становится положительной: чтобы выбрасывать загрязняющих веществ больше, чем w^0 , фирме потребуются дополнительные расходы [9]. Но, естественно, фирма никогда не будет действовать на этом участке кривой C_w — там, где $w \in (w^0; \infty)$.

Согласно этому описанию логично предположить:

- 1) $C_{ww} > 0$, т.е. C_w возрастает;
- 2) $C_{xw} \leq 0$ при $w \in (0; w^0)$, т.е. маргинальные издержки по выпуску C_x уменьшаются с увеличением выбросов (при независимости объемов выпускаемого продукта и выбросов выполнялось бы $C_{xw} = C_{wx} = 0$);
- 3) $C_u > 0$ и $C_{uu} > 0$ — маргинальные издержки в зависимости от "укрывательской" деятельности положительны и возрастают;
- 4) $C_{wu} < 0$ с ростом усилий по сокрытию реальных выбросов C_w уменьшается (можно меньше тратить на очистку и т.д.);

* Действие фирм может быть косвенным, через местную государственную власть. Если местные власти находятся на стороне фирм, то LA может быть наказано за излишнее рвение сокращением его ресурсов, ограничением возможностей и лишением всякого содействия со стороны местных властей.

5) $C_{xu} \geq 0$ — вероятнее всего, рост укрывательства будет способствовать увеличению маргинальных издержек по выпуску.

СА устанавливает параметры, воздействующие на выбросы фирмы. Прежде всего, это — исходящий из технологии данного производства стандарт w_s , который лимитирует выбросы фирмы и имеет тенденцию к снижению, чтобы довести выбросы промышленности до W^* . Разумно полагать, что контрольный параметр w_s в каждый данный период удовлетворяет $w_s < w^0$. Для подчинения фирмы стандарту СА вводит ряд внесудебных и судебных штрафов за превышение w_s . Их можно представить в виде вектор-столбца $F = \{F(D), F(L), F(C)\}$, где $F(D), F(L), F(C)$ — штрафы, отвечающие начальной ступени обнаружения $w > w_s$, ступени судебного разбирательства (судебные издержки) и ступени доказанного обвинения. Вероятность, связанная с каждым элементом штрафа F , — соответствующая компонента вектор-строки $P = \{p(D|V), p(L|D), p(C|L)\}$.

Решение фирмы о подчинении w_s зависит от издержек неподчинения, основную долю которых составляет штраф F , налагаемый с вероятностью P (FP — ожидаемый штраф за неподчинение стандарту).

При децентрализованной системе органов охраны природы LA формирует свою, реальную вероятность обнаружения нарушений, которая, как правило, ниже желаемой СА вероятности $p(D|V)$. Из-за этого уменьшается вероятность реализации всех компонент штрафа F и ожидаемый фирмой штраф за неподчинение принимает вид $G = [P-p]F$, где $p = (p, 0, 0)$ — вектор-строка.

Ранее, при обсуждении LA, предполагалось, что фирма может влиять на вероятность обнаружения $p(D|V)$ через изменение издержек ошибки у LA. Но она также имеет возможность непосредственно снижать $p(D|V)$, активно скрывая степень превышения объема фактических выбросов над стандартом w_s (эпизодическое включение контрольного оборудования на время инспекций, фальсификация отчетных данных о выбросах, использование нешаблонных способов избавления от загрязняющих веществ, создание себе благоприятного имиджа, отвлекающего LA и общественность) [8, 10]. Даже если предпринятые в этом направлении меры будут иметь лишь частичный успех, фирма снизит вероятность обнаружения $p(D|V)$ до $u(D|V)$.

Таким образом, получаем $H = [P-p-u]F$ — уменьшенный усилиями фирмы ожидаемый штраф за неподчинение стандарту. Кроме того, на величину штрафа F и связанную с ним вероятность воздействует $v = w - w_s$ (превышение стандарта). Этот факт отобразят функции $g(v), h(v), p(v), u(v)$, которые предполагаются непрерывными и дважды дифференцируемыми.

Оптимальный объем выбросов $w' < w^0$ зависит, с одной стороны, от затрат, вызванных сокращением w до w' (очистка, новая экологически чистая технология и т.п.), а с другой, от величины ожидаемого штрафа $h(v, u)$ и возможности снизить вероятность его наложения (u). Такие затраты выражаются площадью фигуры A (см. рис. 2). Если установят и докажут, что фирма нарушает стандарт ($v > 0$), то она в конце концов будет принуждена довести свои выбросы до w_s , что потребует дополнительных средств (площадь фигуры B на рис. 2). Поскольку их размер также зависит от вероятности обнаружения того, что $v > 0$, постольку фирма может трактовать их как дополнительное наказание за неподчинение стандарту

$$[p(v) - u] [C'(x, w_s, u) - C'(x, w', u)], \quad (5)$$

где C' — функция издержек фирмы при системе прямого контроля в отличие от C — при таксации выбросов. Эти функции могут быть различными, поскольку при таксации выбросов отсутствуют требования к технологии производства и способу обработки выбросов. $C'(x, w_s, u)$ можно обозначить как $C^s(x)$, так как $w_s = \text{const}$, а $u \rightarrow 0$, когда фирма достигает w_s .

Итак, целевая функция фирмы (максимизация ожидаемой прибыли) имеет вид: $N = R(x) - C'(x, w, u) - H(v, u) - (p(v) - u) (C^s(x) - C'(x, w, u)) \rightarrow \max$, где x, w, u — переменные.

$$\text{Условия максимума } N \text{ первого порядка: } a) R_x - C'_x - (p(v) - u) (C^s_x - C'_x) = 0;$$

b) $-C'_w - H_w - [(p_w - u_w)(C^s - C') + (p(v) - u)(-C'_w)] = 0$; c) $-C'_u - H_u + (p(v) - u)(C^s - C') = 0$. Условие a) определяет оптимальное значение выпуска x ; b) — объем выбросов w , причем оно может не выполняться из-за разрыва функции $p(v)$ в точке $w = w_s, v = 0$ [9], если же учесть, что всегда имеется положительная вероятность ошибочного обвинения, то указанным разрывом функции можно пренебречь; c) — оптимальные затраты на сокрытие реальных выбросов u .

Условия второго порядка гарантируют внутренний максимум функции N , если нет разрыва в точке $v = 0$ и величина u не слишком мала по отношению к $H(v, u)$. Строго воспроизвести эти условия не удастся, поскольку неясен знак ряда участвующих в них производных второго порядка [8]. Но можно проследить реакцию фирмы на изменение значений $p(v)$ и F , опираясь на a)–c). Рост $p(v)$ увеличивает $H(v, u)$ и $(p(v) - u)(C^s(x) - C'(x, w, u))$. При этом значение u может как расти, так и уменьшаться, а x и w только понижаться. Изменение величины штрафа F влияет лишь на $H(v, u)$. Следовательно, его воздействие на фирму слабее, чем у $p(v)$. (Эффектом первого порядка от увеличения F будет снижение оптимального объема выбросов w' и возрастание u).

Применение СА политики таксации вносит свои коррективы в поведение фирмы. У нее появляется новая свободная переменная w_r — отчетный объем выбросов. Нарушение закона теперь будет означать $w' - w_r = v > 0$. В американской экономической литературе зафиксирован взгляд, согласно которому и при политике прямого контроля у фирм есть четвертая свободная переменная w_r [11]. Его основанием служат имеющиеся место самопроизвольные отчеты фирм, действующих в режиме прямого контроля, о нарушениях ими стандарта. Но поскольку это едва ли можно считать общим правилом, будем придерживаться традиционного подхода.

Пусть t — такса (плата за единицу выбросов), tw_r — сумма, уплачиваемая фирмой с вероятностью единица. Чтобы фирма не могла сильно занижать фактический объем выбросов, СА устанавливает штраф за дезинформацию и вероятность его наложения. Если фирма уличена в нарушении закона ($v > 0$), то она платит штраф $H(v, u)$ (значение переменной u то же) и недостающую сумму, соответствующую утаенной части выбросов $t(w - w_r) = tv$. Последняя связана с вероятностью $p(v) - u$.

Тогда функция ожидаемой прибыли: $N = R(x) - C(x, w, u) - w_r t - H(v, u) - (p(v) - u)vt \rightarrow \max$, где x, w, w_r, u — переменные.

Условия максимума первого порядка: a') $R_x - C_x = 0$; b') $-C'_w - H_w - [(p_w - u_w) \cdot vt + (p(v) - u)v_w t] = 0$; c') $-C'_u - H_u + vt = 0$; d') $-t - H_{w_r} - [(p_{w_r} - u_{w_r})vt + (p(v) - u)v_{w_r} t] = 0$.

Сразу можно отметить, что в отличие от a) дополнительные издержки, связанные с $(p(v) - u)vt$, не влияют на выбор X . При выполнении всех четырех условий верно $-C'_w = t$, т.е. фирма выберет такой объем выбросов w' , чтобы прирост выгоды от их последней единицы равнялся таксе. Далее, если увеличивать $p(v)$ и F , то возрастут $H(v, u)$ и $(p(v) - u)vt$. Непосредственно это не изменит выбор x , но будет способствовать снижению w и w_r . Если же увеличивать таксу t , то по условию b) возрастут маргинальные издержки выбросов C'_w , которые непосредственно связаны с w , что вызовет снижение w . Вместе с тем, из d') следует, что рост t снизит оптимальную величину w_r . Однако v может расти, если w_r снижается быстрее, чем w . А увеличение v предусматривает рост затрат u , компенсирующих повышение ожидаемого штрафа.

* *
*

Вероятность обнаружить нарушения закона $p(D|V)$ при обеих системах контроля формируется LA и влияет на поведение фирмы сильнее, чем величина штрафа за нарушение закона о выбросах [8, 12]. Такса ведет к большему объему выбросов, чем политика прямого контроля, поскольку расширяет возможности фирмы для манев-

ра при назначении w и w_r (вместо w при фиксированном w_s). Одновременно для LA возрастают издержки "ложного обвинения", поэтому управление снижает их вероятность, уменьшая $p(D|V)$, к величине которой так чувствительны фирмы. Малая же $p(D|V)$ снижает ожидаемые издержки неподчинения у фирмы, увеличивая тем самым w и v . Величина v зависит от того, сочтет ли фирма выгодным скрывать реальный объем выбросов $v (v > 0)$ и какова стоимость этих действий по сравнению с выгодой от увеличения w . Тем самым все усилия CA по ужесточению политики ограничения выбросов (снижение w_s , увеличение t или F) будут сведены на нет LA . Очевидно, $p(D|V)$ является решающим элементом системы контроля за выбросами при обоих режимах. Понимание того, что и как формирует $p(D|V)$, позволит в конечном итоге эффективнее воздействовать на поведение фирмы в отношении выбросов.

Введение платы за выбросы в СССР широко обсуждается [13–15] и др. У нас она представляет собой нечто среднее между политикой прямого контроля и таксацией. Предприятиям устанавливают некое пороговое значение временно согласованных выбросов (ВСВ), разбивающее их выбросы на нормативные и сверхнормативные. Его можно считать аналогом американского стандарта w_s . Однако эта плата взимается и за нормативные и за сверхнормативные выбросы. В первом случае она назначается такой, чтобы в сумме по предприятиям региона возмещала затраты, выделяемые данным регионом на природоохранную деятельность. Во втором взимается в кратном размере от нормативной. Схема, хотя и содержит элемент таксации, далека от совершенства и подвергалась справедливой критике до ее утверждения на проведение эксперимента.

Существующая в нашей стране система органов Госкомприроды также децентрализована, но имеет более жесткую вертикальную структуру, чем в США. Низшие ее звенья — городские или районные комитеты по охране природы — сильнее связаны с центральными, так как ими назначаются и финансируются. Условия, в которых действуют советские предприятия, еще не рыночные, но дело идет к тому, чтобы принцип максимизации прибыли стал основой их экономической деятельности, и их интересам уже сегодня вполне соответствует экономия на природоохранных издержках. Логичным следствием такого положения оказывается занижение реальных объемов выбросов в отчетах. Чтобы предотвратить или, что более реально, уменьшить эти искажения, необходимо усиление позиций местных комитетов по охране природы.

До сих пор инспекции и контроль проводились в СССР местными органами Госкомприроды и Госкомгидромета разобщенно, причем с крайне неудовлетворительными техническими средствами, недостаточным финансированием. В таких условиях часть реальных выбросов определяется не непосредственными замерами, а оценивается расчетно, на основе данных об используемых технологиях и режимах их работы. При этом возможны и ошибки, обусловленные неточностью исходных технологических данных или неадекватностью описания связи "технология — выбросы" и сознательными искажениями. Поэтому важно, чтобы из платы за выбросы, взимаемой с предприятий и передаваемой в региональные фонды Госкомприроды для строго целевого природоохранного использования, достаточные средства выделялись на мероприятия, связанные с подчинением предприятий плате за выбросы, ибо слабый контроль обесценивает любые меры по их снижению.

Очевидно, необходимо как можно скорее вводить штраф за искажение отчетной информации о выбросах и другие действия по сокрытию их реальных размеров, причем делать все, чтобы вероятность наложения этого штрафа была как можно выше. Комитеты по охране природы, от политики которых она зависит, подобно LA могут встречать сложный комплекс контрвоздействий. С одной стороны, они прочными узами связаны с центральными органами Госкомприроды и принуждены следовать в их форватере, а, с другой, являются структурными подразделениями исполкомов местных Советов, испытывая их влияние через повседневные контакты. Не исключены и конфликтные ситуации, например, если комитет требует закрыть или

приостановить работу важного, но экологически грязного предприятия. Поэтому удовлетворить интересы Комитета по охране природы способна стратегия его поведения по отношению к предприятиям, выработанная с учетом собственных издержек и выгод.

Поскольку финансирование таких комитетов осуществляется в системе Госкомприроды, постольку в их деятельности возможен обвинительный уклон по отношению к предприятиям. Ему также способствует стохастичность выбросов, диктуемая технологией производства: ведь зафиксированное мониторингом нарушение ВСВ может быть результатом неизбежного стохастического всплеска выбросов, а не злых намерений руководства предприятия. Так что предприятия должны быть в законодательном порядке ограждены от этого возможностью обжаловать в Госарбитраже обвинения комитетов по охране природы, а также штрафами, взимаемыми с этих комитетов за ложные обвинения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pollution Abatement and Control Expenditures 1984-1987 // Survey of Current Business. 1989. V. 69. № 6.
2. US Environmental Protection Agency, Comprehensive Economic Cost Study of Air Pollution Cost for Selected Industries and Selected Regions. Draft Report. Wash., 1978.
3. Baumol W.J., Oates W.E. Economics, Environmental Policy and the Quality of Life. Engl. Cliffs, 1979.
4. Kneese A.V. The Economics of the Environment. N.Y., 1977.
5. Atkinson S.E., Lewis D.H. A Cost-Effective Analysis of Alternative Air Quality Control Strategies // J. Environ. Econ. Management. 1974. V. 1. № 3.
6. Anderson R.J.Jr. et. al. An Analysis of Alternative Policies for Attaining and Maintaining a Short-Term NO₂ Standard. Report to the Council on Environmental Quality. N.J., 1979.
7. Beavis B., Dobbs I. Firm Behaviour under Regulatory Control of Stochastic Environmental Wastes by Probabilistic Constrains // J. Environ. Econ. Management. 1987. V. 14. № 2.
8. Linder S., McBride M. Enforcement Costs in Regulatory Reform: the Agency and Firm Response // J. Environ. Econ., Management. 1984. V. 11. № 4.
9. Harford J.D. Firm Behaviour under Imperfectly Enforceable Pollution Standards and Taxes // J. Environ. Econ., Management. 1978. V. 5. № 1.
10. Dowling P.B., Watson W.D. The Economics of Enforcing Air Pollution Control // J. Environ. Management. 1974. V. 1. № 3.
11. Harford J.D. Self-Reporting of Pollution and Firm Behaviour under Imperfectly Enforceable Regulations // J. Environ. Econ. Management. 1987. V. 14. № 3.
12. Lee D.R. The Economics of Enforcing Pollution Taxation // J. Environ. Econ. Management. 1984. V. 11. № 2.
13. Балацкий О.Ф., Мельник Л.Г., Яковлев А.Ф. Экономика и качество окружающей среды. Л.: Гидрометеоздат, 1984.
14. Гофман К.Г. Хозяйственный механизм природопользования: пути перестройки // Экономика и мат. методы, 1988. Т. XXIV. Вып. 3.
15. Данилов-Данильян В.И., Козельцев М.Л. Выбросы за плату // Вопр. экономики. 1990. № 1.

Поступила в редакцию
9 VII 1990