

**МАКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ИЗДЕРЖЕК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ
ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Москва 2002

**МАКРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ИЗДЕРЖЕК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ
ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Бобылев С.Н., Сидоренко В.Н., Сафонов Ю.В.,
Авалиани С.Л., Струкова Е.Б., Голуб А.А.

Москва 2002

УДК 502
ББК 65
Б 72

Коллектив авторов:

Бобылев С.Н., д-р экон. наук
Сидоренко В.Н., канд. экон. наук, канд. физ-мат. наук
Сафонов Ю.В., канд. экон. наук
Авалиани С.Л., д-р мед. наук
Струкова Е.Б., д-р экон. наук
Голуб А.А., д-р экон. наук

Б72 Бобылев С.Н., Сидоренко В.Н., Сафонов Ю.В., Авалиани С.Л., Струкова Е.Б., Голуб А.А. Макроэкономическая оценка издержек для здоровья населения России от загрязнения окружающей среды. – М.: Институт Всемирного Банка, Фонд защиты природы, 2002. – 32 с.

ISBN

В данной работе, выполненной в 1999–2000 гг., рассчитывается макроэкономическая оценка издержек (ущерба) для здоровья населения от загрязнения вод и атмосферного воздуха и рассматриваются долгосрочные стратегии уменьшения риска для здоровья населения России. Доля этих издержек была оценена как в абсолютном, так и в относительном виде (как процент от ВВП). В работе впервые в России на макроуровне были объединены эпидемиологический подход и подход, связанный с оценкой риска для здоровья населения, а также макроэкономическое моделирование.

Напечатано с оригинал-макета авторов

ISBN

© Коллектив авторов, 2002
© Сидоренко В.Н., оригинал-макет, 2002

Содержание

Введение	4
Методология исследования	7
Оценка средних концентраций загрязняющих веществ для вод и атмосферного воздуха	13
Анализ текущей заболеваемости и смертности в России	18
Денежная оценка текущих издержек для здоровья населения от загрязнения окружающей среды	22
Прогнозы заболеваемости и смертности в России на период до 2010 г.	25
Заключение	28
Литература	29
Приложение: Описание модели прогнозирования G-H.....	31

Рисунки

Рис. 1. Методология путей воздействия.....	7
Рис. 2. Динамика заболеваемости населения России в 1990–2000 гг.	18
Рис. 3. Динамика смертности населения России в 1990–2000 гг.	19
Рис. 4. Загрязнение атмосферного воздуха в России от стационарных источников в 1981-1999 гг.	26
Рис. 5. Загрязнение атмосферного воздуха в России от автотранспорта в 1981–1999 гг.	26
Рис. 6. Загрязнение вод в России в 1990–1998 гг.	27

Таблицы

Табл. 1. Среднегодовые концентрации отдельных загрязнителей вод и атмосферного воздуха в России, Москве и Великом Новгороде в 1994–1998 гг.	16
Табл. 2. Заболеваемость населения России в 1990–2000 гг.	18
Табл. 3. Смертность населения России в 1990–2000 гг.	19
Табл. 4. Оценки заболеваемости и смертности от загрязнения вод и атмосферного воздуха (минимальный вариант).....	21
Табл. 5. Оценки заболеваемости и смертности от загрязнения вод и атмосферного воздуха (максимальный вариант)	21
Табл. 6. Оценка стоимости заболевания и стоимостная оценка среднестатистической жизни в России в 1990–2000 гг.	23
Табл. 7. Минимальная и максимальная оценки издержек для здоровья населения России, связанных с загрязнением вод и атмосферного воздуха в 1990–2000 гг.	24
Табл. 8. Прогноз выбросов PM_{10} на 2010 г.	25
Табл. 9. Прогноз выбросов SO_2 на 2010 г.	25
Табл. 10. Прогноз заболеваемости и смертности на 2010 г.	28

Вставки

Вставка 1. Оценка мультимедийного риска для здоровья человека в Великом Новгороде.....	8
Вставка 2. Изучение субъективных оценок в г. Самаре (случай с питьевой водой)	9
Вставка 3. Экологические затраты и выгоды для здоровья в г. Ростове-на-Дону.....	10
Вставка 4. Загрязнение окружающей среды свинцом в России.	13
Вставка 5. Диоксины и здравоохранение в г. Чапаевске.....	14

ВВЕДЕНИЕ

В 1990-х гг. Российская Федерация начала проводить широкомасштабные реформы, включая приватизацию и либерализацию рынка и торговли. Для этого периода были характерны резкое падение производства (снижение ВВП более чем на 40% и промышленного производства более чем на 50%), сокращение инвестиций, периоды высокой инфляции, рост безработицы и социальной напряженности. К 1996–1997 гг. Россия достигла определенного уровня экономической стабильности. Однако финансовый кризис в Азии и снижение цен на основные виды российского экспорта (например, нефти) привели к финансовым и экономическим потрясениям 1998 г. и дальнейшему падению производства. Тем не менее, в 1999 г. кризис был в основном преодолен, а с начала 2000 г. наметился экономический рост.

Реформы сопровождались значительными изменениями загрязнения окружающей среды. Вместе с падением ВВП суммарная эмиссия основных загрязняющих веществ сократилась примерно на 50% в 1990-х гг. Однако вместе с изменением потребления, ростом количества автомобилей и высокой степенью износа основных фондов (сети водоснабжения, очистные сооружения для очистки сточных вод) поменялась и структура загрязнения.

В настоящее время экологическому фактору уделяется незначительное внимание в структурах власти различных уровней, в основных документах развития страны, правительственных программах, планах дальнейших реформ в экономике России. Так, в официальных программах Правительства России "План действий Правительства Российской Федерации в области социальной политики и модернизации экономики" (на краткосрочную перспективу) и "Основные направления социально-экономической политики Правительства Российской Федерации на долгосрочную перспективу" упоминание экологии минимально.

Современные тенденции экономического развития России являются "антиэкологическими", и закрепление этих тенденций в будущем ведет к неустойчивому развитию страны. Важной причиной подобной ситуации является макроэкономическая политика, которая приводит к широкомасштабной деградации окружающей среды, исчерпанию природных ресурсов. Начавшийся подъем экономики может еще более усугубить эти процессы. Это во многом объясняется тем, что во время экономического кризиса 1990-х гг. выжили загрязняющие и ресурсоемкие сектора, тогда как многие ресурсосберегающие и высокотехнологичные производства деградировали, т.е. происходит "грязный" подъем экономики. Формирование в стране антиустойчивого типа экономического развития, базирующегося на росте удельного веса природоэксплуатирующих отраслей в народном хозяйстве, несомненно, ведет к обострению экологических проблем. Несбалансированная инвестиционная политика увеличивает диспропорции между ресурсоэксплуатирующими и обрабатывающими отраслями экономики.

В отсутствие эколого-экономических барьеров и стимулов критерием эффективности стало получение значительной и быстрой прибыли, что возможно в стране, прежде всего, на основе эксплуатации и/или продажи природных ресурсов (нефть, газ, лес, руды и пр.).

Для России в ближайшее время будет, видимо, актуальна ситуация, когда при выходе из кризиса и формальном экономическом росте (рост ВВП, промышленности и пр.) будет происходить экологическая деградация.

Для игнорирования экологического фактора в процессе экономического развития страны и принятия решений имеются объективные и субъективные причины. Одной из важных причин является отсутствие цены, стоимостных оценок экологических издержек и выгод от сохранения чистой окружающей среды, экосистемных функций. В современной экономике действует суровое правило: то, что не имеет цены или экономической оценки, не существует для экономики и игнорируется в процессе принятия решений. Это закон рыночной экономики, который, к сожалению, присущ ей как на практике, так и в теории (так называемые "провалы рынка"). Это означает, что заболеваемость и смертность населения от загрязнения

окружающей среды, деградация природы, истощение природных ресурсов, различные экологические издержки просто не учитываются в процессе принятия хозяйственных решений, разработки программ и планов развития страны и регионов.

Переход к устойчивому развитию делает необходимым включение экологического фактора в систему основных социально-экономических показателей развития. Традиционные макропоказатели (ВВП, ВНП, национальный доход и пр.) не отражают экологическую ситуацию и за их ростом может скрываться экологическая деградация. В мире активно идет разработка критериев и индикаторов устойчивого развития, содержащих нередко весьма сложную систему показателей. Этим занимаются ведущие международные организации ООН (система интегрированных экологических и экономических счетов), Всемирный Банк (истинные сбережения), ОЭСР, Европейское сообщество (проекты GARP1, GARP2, TEPI) и др. Принципиальным моментом в этих подходах является попытка учесть издержки от загрязнения среды и истощения природных ресурсов на макроэкономическом уровне, экологически скорректировать основные экономические показатели развития.

Предварительная количественная оценка ряда эколого-экономических показателей (норма истинных сбережений, природоемкость, удельные загрязнения и др.) показывает, что в России складываются "антиустойчивые" тенденции развития¹. Например, проведенные на основе методики истинных сбережений расчеты для России показали значительное расхождение традиционных экономических показателей и экологически скорректированных. Это очень важно в условиях начавшегося подъема в России. Тем самым учет экологического фактора в традиционных экономических показателях может привести к их значительному сокращению вплоть до отрицательных величин их прироста. В русле антиустойчивых тенденций находится и рост удельных затрат природных ресурсов (природоемкости) и удельных загрязнений на единицу конечного результата.

Таким образом, игнорирование экологического фактора осложняет процедуру принятия эффективных экономических и социальных решений на макроуровне, в регионах. Ряд проектов/программ являются неэффективными при экономическом учете экологических издержек. Отмеченные выше негативные эколого-экономические тренды могут стать важным аргументом для лиц, принимающих решения, для коррекции экономической политики.

Ярким примером необходимости эколого-экономического учета на макроуровне является оценка издержек для здоровья населения от загрязнения окружающей среды. Этой проблеме посвящена данная работа.

Изменение социально-экономической и экологической ситуации в 1990-х гг. привело к росту смертности (на 22%) и заболеваемости (на 3%), сокращению численности населения с 148,1 млн. чел. в 1990 г. до 144,8 млн. чел. в начале 2001 г., а также к сокращению средней продолжительности жизни с 66,5 лет в 1990 г. до 65,3 лет в 2000 г. Очевидно, что на это повлияло качество окружающей среды и, в частности, загрязнение вод и атмосферного воздуха.

В контексте вышесказанного Россия нуждается в первоочередных мерах, затрагивающих следующие области:

- комплексная оценка риска, обусловленного загрязнением окружающей среды, для здоровья населения;
- детализация приоритетов природоохранной политики на основе оценки риска для здоровья человека;
- определение возможностей увеличения экологической и экономической эффективности политических решений².

¹ Сидоренко В.Н. Оценка основных макроэкономических показателей природопользования для России и регионов // Бюллетень "На пути к устойчивому развитию России", 2000, Вып. 5(16), С. 27–28.

² Приоритеты национальной экологической политики России / Под ред. В.М. Захарова. – М.: Наука, 1999. – 100 с.

В основные задачи данного исследования входили:

1. Анализ экологической ситуации в России в 1990–2000 гг. в контексте риска для здоровья человека и оценки издержек загрязнения;
2. Прогноз эмиссии основных загрязнителей до 2010 г., оценка связанных с ними рисков и экономическая оценка издержек загрязнения;
3. Определение приоритетов охраны здоровья человека и природоохранной политики, разработка рекомендаций в области природоохранной политики.

Для работы над данным проектом была образована объединенная группа экспертов. С российской стороны группу возглавлял С.Н. Бобылев, д.э.н., профессор экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Ответственным исполнителем проекта являлся В.Н. Сидоренко, к.э.н., к.ф.-м.н., старший научный сотрудник экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Российская группа включала С.Л. Авалиани, д.м.н., профессора академии постдипломного образования РАМН, и Г.В. Сафонова, к.э.н., эксперта Центра экономики окружающей среды и природных ресурсов Государственного Университета – Высшей школы экономики (Москва). В работе также участвовали профессора Е.Б. Струкова и А.А. Голуб (Фонд защиты окружающей среды (США)). Кроме того, профессор Дж. Диксон и К. Львовская из Всемирного Банка оказали существенную помощь своими полезными комментариями и предложениями на финальной стадии проекта.

Авторы благодарят Институт Всемирного Банка и Фонд защиты природы за поддержку проекта.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В данном исследовании оцениваются издержки от загрязнения вод и атмосферного воздуха для здоровья населения России в течение периода 1990–2000 гг., а также прогнозные оценки до 2010 г. Прогнозы основаны на моделировании эмиссии некоторых загрязнителей с использованием модифицированной версии макроэкономической модели, первоначально созданной Г. Хьюзом (Всемирный Банк) для описания поведения переходной экономики (краткое описание модели представлено в Приложении).

Методология, использованная для количественной и денежной оценки воздействия загрязнения окружающей среды на здоровье населения, называется "методом путей воздействия" (Impact Pathway Method). Данная методология была разработана в ряде проектов, осуществленных за последние 10 лет. Данный метод детально описан, например, в работах Европейской Комиссии³. Сходные методологии часто используются, но под другими названиями, такими как, например, метод "доза-отклик", "доза-ответ" или "доза-реакция". В "методе путей воздействия" денежная оценка воздействий основана на общих суммарных издержках за единицу риска, включающих в себя все известные частные издержки. Эти издержки можно определить при помощи рыночных цен, методов гедонистического ценообразования, социальных расходов и посредством исследования субъективных оценок населения.

Пути воздействия – это последовательность событий, связывающих "причину воздействия" и последующую оценку, как показано на рис. 1. Последовательно, эмиссия преобразуется в загрязняющее вещество, которое, в свою очередь, воздействует на отдельные рецепторы в физической форме. Каждое физическое воздействие приводит к изменению степени полезности или прямых затрат, или сокращению благосостояния. Затем эта потеря экономического или нематериального благосостояния выражается в денежном эквиваленте как издержки воздействия.

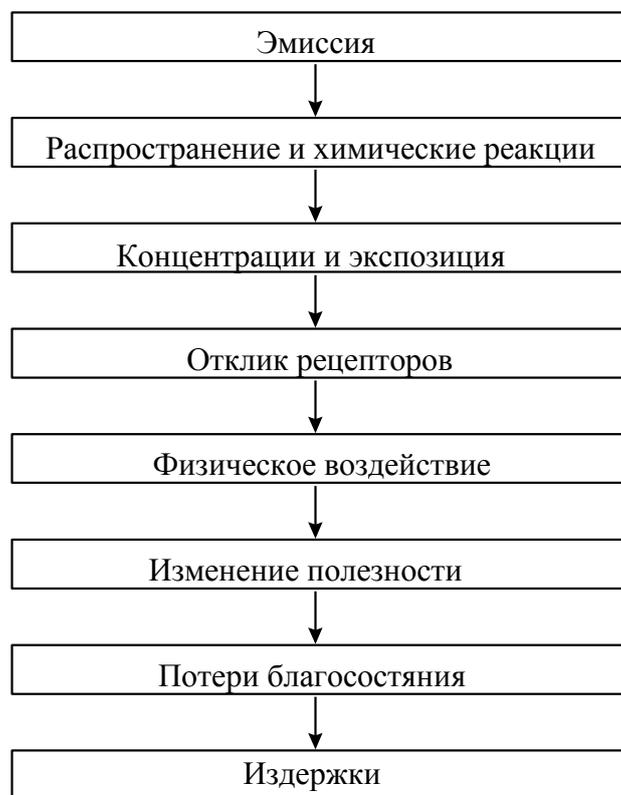


Рис. 1. Методология путей воздействия

³ Externalities of Energy "ExternE" Project, Vol. 2, Methodology. JOULE programme. DGXII, Science, Research and Development. Belgium: European Commission, 1995; External Costs of Transport in ExternE. JOULE III Programme. Bickel B., Schmid S., Krewitt W. ja Friedrich R. IER (toim.), European Commission, 1997.

Большинство воздействий загрязнения вод и атмосферного воздуха являются категориями воздействий на здоровье (смертность и заболеваемость), воздействий на конструкционные материалы (коррозия и др.), воздействий на природные объекты (леса, поля и др.) и воздействий на климатические изменения.

Данная методология с различными ее фазами уже применялась для оценки экологических издержек для здоровья населения России, связанных с загрязнением вод атмосферного воздуха. Методология оценки риска для здоровья человека была применена в России в середине 1990-х гг. в нескольких конкретных ситуациях. Они включали оценку риска от загрязнения атмосферного воздуха в Волгограде, Москве, Перми, Новокузнецке, Ангарске и Нижнем Тагиле. В 1998 г. в Красноуральске (Уральский регион) был оценен риск от загрязнения окружающей среды свинцом и проанализирован комплекс мер по обезвреживанию свинца по критерию "затраты-результат/эффективность". Проведенная в 1999 г. комплексная оценка мультимедийного риска в Великом Новгороде и Самарской области стала основой для анализа мер по уменьшению риска и основой для разработки местных планов действий, связанных с управлением риском для здоровья населения.

Процедура оценки риска для здоровья включает в себя следующие основные этапы:

1. Идентификация опасности. На данном этапе предполагается выявление факторов, которые могут оказывать негативное воздействие на здоровье населения (смертность и заболеваемость).
2. Оценка экспозиции. На данном этапе привлекается информация о реальных дозах различных веществ, которым подвержены различные группы населения. Она основана на данных о концентрациях загрязнителей и других данных. Хроническая экспозиция химических веществ может в основном приводить к следующим двум типам воздействий: 1) канцерогенным и 2) неканцерогенным.
3. Оценка зависимости "доза-отклик/реакция". На данном этапе проводится количественная оценка риска, связанного с различными концентрациями-экспозициями, или с дозой изучаемого фактора и связанных с ним опасностей.
4. Описание/характеристики риска. Характеристиками риска является описание типа и уровня негативного воздействия изучаемого загрязнителя на индивидуумов и группы населения при определенных условиях экспозиции. Это конечная стадия, на которой производится обобщение результатов предыдущих этапов.

Вставка 1. Оценка мультимедийного риска для здоровья человека в Великом Новгороде

В 1998–1999 гг. в г. Великом Новгороде при финансовой поддержке USAID (программа ROLL) была проведена научно-исследовательская работа по оценке риска для здоровья человека и экономическому анализу мер снижения этого риска. В рамках проекта был исследован мультимедийный риск для здоровья человека с точки зрения воздействия на заболеваемость и смертность населения.

В ходе исследования был оценен индивидуальный канцерогенный риск для местного населения, вызванный загрязнением атмосферного воздуха и водных объектов, используемых для питьевого водоснабжения, канцерогенными веществами. Было показано, что в Великом Новгороде основным источником риска для здоровья населения является загрязнение атмосферного воздуха. Однако, в отличие от других исследований по комплексной оценке риска в России, вклад этого загрязнения в суммарный риск для здоровья населения, проживающего в пределах городской черты, намного ниже и равен приблизительно 57%. Например, в Самаре и Новокуйбышевске данный риск равнялся 82% и 98,8% соответственно.

Индивидуальный риск от комплексного воздействия загрязнения вод и атмосферного воздуха был оценен как $4,57 \cdot 10^{-4}$, что примерно в 5 раз выше, чем наименее строгие приемлемые критерии риска, используемые во многих развитых странах. Было предложено уменьшать риск за счет сокращения как загрязнения атмосферного воздуха, так и загрязнения вод, поскольку их вклад в суммарный связанный с окружающей средой риск был соизмерим. В других российских регионах такие рекомендации обычно были сосредоточены на одной из сред.

Было обнаружено, что главными веществами, определяющими канцерогенный риск в городе, являются Cr^{+6} в воздухе (81%). Ведущие неканцерогенные факторы риска были связаны с загрязнением атмосферного воздуха взвешенными твердыми частицами с диаметром менее 10 микрон (PM_{10}) и NO_2 , которые влияют соответственно на смертность и заболеваемость верхних дыхательных путей.

Было определено пространственное распределение риска для здоровья, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха в г. Великом Новгороде, идентифицированы и выделены районы с высоким риском, в особенности обусловленным PM_{10} -загрязнением. На основе результатов исследования с точки зрения критерия "затраты-результат/эффективность" были оценены меры по уменьшению риска, среди которых были выбраны приоритетные для финансовой поддержки региональным фондом по охране окружающей среды.

Источник: Управление риском для здоровья в регионе и финансирование природоохранных проектов (на примере Великого Новгорода). Опыт применения методологии анализа риска в России. – М.: Центр эколого-экономических исследований, 1999.

Результаты оценки риска для здоровья были использованы для определения экологических издержек. Существует широкий спектр методов экономической оценки окружающей среды.

"Стоимость заболевания". В данном исследовании она содержит только прямую стоимость: затраты на лечение и потери ВВП. Данная оценка рассматривается как нижняя граница реальных издержек, поскольку игнорируются другие категории затрат. Последние включают в себя издержки от страдания, вызванного болезнью, готовность индивидуумов платить за предотвращение риска заболеваемости, превентивные расходы домашних хозяйств и т.д. (см. Вставку 2, 3).

Вставка 2. Изучение субъективных оценок населения в г. Самаре (случай с питьевой водой)

В 1999 г. была проделана научно-исследовательская работа, финансируемая за счет программы EERC-Россия (Фонд "Евразия"), посвященная исследованию поведения домашних хозяйств, связанного с предотвращением риска для здоровья от загрязнения питьевой воды в г. Самаре. В городе проживает около 1,2 млн. чел. В Самаре есть довольно хорошо развитый промышленный сектор, производство в котором было относительно устойчиво в течение переходного периода. Однако из-за сокращения общественных и частных расходов на охрану природы ухудшение качества окружающей среды на городской территории стало источником риска для здоровья местного населения.

В ходе исследования был проведен специальный социологический опрос 500 домашних хозяйств. В анкету были включены несколько блоков вопросов, связанных с восприятием индивидуумами риска для здоровья от загрязнения питьевой воды, социально-экономическими характеристиками домашних хозяйств, готовностью индивидуумов платить (WTP) за улучшение качества воды, расходами по предотвращению риска и т.д.

Было выявлено, что средняя готовность индивидуума платить дополнительную плату за улучшение качества водоснабжения составляет около 12 руб./месяц. По отношению к существующему тарифу за воду в размере 5–20 руб./месяц с одного человека, это означает, что городское население желало бы платить почти вдвое больше за лучшее качество водоснабжения. В совокупности, общая оценка готовности платить составила около 180 млн. руб. в год, что оказалось сопоставимо с требуемыми капиталовложениями в реконструкцию существующей централизованной системы питьевого водоснабжения.

Эконометрический анализ показал, что главными факторами, воздействующими на WTP, были следующие:

- доход (опрашиваемые из группы с более высокими доходами, выражали большую готовность платить);
- удовлетворенность качеством питьевого водоснабжения (восприятие качества питьевого водоснабжения как плохого и очень плохого выразалось в повышении готовности платить);
- район проживания (индивидуумы из трех районов города выражали повышенную готовность платить, в то время как индивидуумы из других трех районов выражали пониженную готовность платить);
- пол ответчиков (женщины выражали пониженную готовность платить).

Также было установлено, что почти все домашние хозяйства предпринимают меры по улучшению качества питьевой воды, включая кипячение, отстаивание, фильтрование воды или покупку питьевой воды, разлитой в бутылки. Однако выраженная готовность изменить превентивные расходы после улучшения качества водоснабжения была намного ниже готовности платить. Это явление можно объяснить недостаточным доверием жителей к способности местных властей улучшить систему питьевого водоснабжения, удовлетворительной деятельностью домашних хозяйств по самостоятельной очистке питьевой воды, низким приоритетом проблемы качества питьевой воды для домашних хозяйств и рядом других причин.

Источник: Гнеденко Е., Горбунова З., Сафонов Г. "Условная оценка стоимости качества питьевой воды в г. Самаре". – М.: Российская программа экономических исследований, 2001.

"Стоимостная оценка среднестатистической жизни". Данная оценка представляет собой затраты на незначительное изменение степени риска, связанного со смертью безымянного члена большой группы людей (см. Вставку 3). Определение стоимостного выражения для дополнительного изменения степени риска заболевания, травмы или смерти в отношении большой группы людей является той задачей, которую структуры власти, все общество обязаны постоянно решать в процессе принятия социальных и экономических решений в области развития промышленности, жилищно-коммунального сектора, охраны окружающей среды и т.д. Следует сразу отметить чисто статистический и прикладной аспект методологии "стоимостной оценки среднестатистической жизни", которая тесно связана с концепцией риска. Аморально и неэтично давать оценку конкретной человеческой жизни на основе такого подхода. Однако для принятия решений в области охраны здоровья он может быть использован как чисто статистический инструмент в области измерения риска для здоровья.

Вставка 3. Экологические затраты и выгоды для здоровья в г. Ростове-на-Дону

Данный проект предшествовал подготовке Большого Плана Действий по Охране Окружающей Среды в г. Ростове (GRESAP), составленного для Российской Федерации и Всемирного Банка в 1998–1999 гг. Исследования были сконцентрированы на оценке приоритета проблем, связанных с окружающей средой, в городе Ростове (южная Россия), наряду с определением рентабельных мер по улучшению качества окружающей среды. В начале изучалось качество атмосферного воздуха и вод (питьевой воды).

Основные усилия были сосредоточены на локальных экологических издержках, т.е. на проблемах здоровья. Для этой цели была использована методология оценки риска для здоровья населения наряду с различными методами экономической оценки окружающей среды. Они включали в себя оценку готовности платить (WTP) за улучшенное качество окружающей среды, стоимость заболевания, стоимостную оценку среднестатистической жизни и т.д.

Как часть проекта проводилось изучение субъективных оценок (CV) для получения информации о восприятии населением наиболее острых проблем, связанных с окружающей средой. Оказалось, что явное большинство населения рассматривает качество питьевой воды, загрязнение атмосферного воздуха, вредное воздействие пыли и канализацию как важные или очень важные вредные атрибуты своей повседневной жизни, связанные с окружающей средой.

Так, на основе изучения субъективных оценок, была получена оценка издержек от воздействия уличной пыли. В 560 домашних хозяйствах спрашивалось об их готовности платить за уменьшение работ по уборке/чистке жилых помещений. Медианный результат составил 11,2 руб./месяц на домохозяйство. Основываясь на этих данных, была получена оценка годовой готовности платить за сокращение концентрации уличной пыли в расчете на одно домохозяйство. Результат составил 0,77 руб. на одно домохозяйство за 1 мкг/м³. Следовательно, полные экологические издержки от концентрации пыли, равной 300 мкг/м³, составили 86 млн. руб./год.

Стоимость заболевания (COI) рассматривалась как состоящая из прямых затрат, включающих фактические затраты на лечение (амбулаторное или больничное лечение, профилактика и реабилитационные затраты, выполнение дорогих медицинских исследований) и косвенные затраты, включающие временную потерю трудоспособности и преждевременный выход на пенсию по инвалидности. Были определены издержки для группы приоритетных заболеваний, связанных с качеством атмосферного воздуха.

Например, 1 койко-день в больнице был оценен в 91–385 руб. для взрослых и 93–641 руб. для детей. Средний размер компенсации за отпуск по болезни (собственная болезнь или болезнь ребенка) оценивался примерно в 220–4000 руб. в зависимости от случая заболевания. Полные экономические издержки (дисконтированные личные расходы, пособия по инвалидности и недопроизведенный индивидуумом ВВП) из-за раннего выхода на пенсию составили приблизительно от 334 до 475 тыс. руб./чел. со средним значением в 406 тыс. руб./чел. Средняя общая стоимость заболевания была оценена в 71,287 тыс. руб. для детей до 14-летнего возраста и 129,381 тыс. руб./чел. для подростков и взрослых.

Основой для вычислений являлся средний недопроизведенный преждевременно умершим индивидуумом продукт, определяемый через ВВП в расчете на одного человека, скорректированный по времени.

Так, была определена средняя численность индивидуумов по возрастным группам, преждевременно умерших за последние 3 года, и было рассчитано основанное на ней среднее количество потерянных лет жизни в расчете на 1 случай преждевременной смерти (YN_{av}), включая индивидуумов, умерших в трудоспособном возрасте.

$$YN_{av} = \frac{TYN}{N},$$

где TYN – общее число потерянных лет жизни для всех преждевременно умерших индивидуумов, N – общая численность преждевременно умерших индивидуумов.

В свою очередь, общее количество потерянных лет жизни и общая численность преждевременно умерших индивидуумов были рассчитаны следующим образом:

$$TNY = \sum_{i=1}^n [LET_{av} - (DA_{av})_i] \cdot N_i, \quad \sum_{i=1}^n N_i = N,$$

где LET_{av} – средняя ожидаемая продолжительность жизни в Ростовской области; $(DA_{av})_i$ – средний возраст смертности для i -й возрастной группы; N_i – численность умерших в i -й возрастной группе; n – количество возрастных групп. Все данные, использованные для расчетов, были предоставлены Ростовским областным комитетом по статистике.

Стоимость потерь общества в расчете на 1 случай преждевременной смерти был вычислен по следующей формуле:

$$PV = \sum_{k=1}^{YN_{av}} \frac{FV_k}{(1+r)^k},$$

где PV – текущие потери в расчете на 1 случай преждевременной смерти; FV_k – будущие потери в k -м периоде в расчете на 1 случай преждевременной смерти, выраженные через ВВП/чел.; r – ставка процента, равная 10%; YN_{av} – среднее количество потерянных лет жизни в расчете на 1 случай преждевременной смерти.

Стоимость j -го заболевания (C_j) и средняя "стоимость заболевания", заканчивающегося преждевременной смертью в расчете на 1 случай преждевременной смерти, была рассчитана следующим образом:

$$C_j = PV_j \cdot v_j, \quad C_{av} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m C_j,$$

где PV_j – текущие потери в расчете на 1 случай преждевременной смерти, обусловленной j -м заболеванием; v_j – доля случаев преждевременной смерти в общем количестве случаев болезни для j -го заболевания (группы заболеваний), m – количество заболеваний (групп заболеваний).

Было обнаружено, что средняя "стоимость заболевания", заканчивающейся преждевременной смертью, для населения Ростова-на-Дону составила 109,009 тыс. руб./чел. потерь ВВП, в то время как данная величина, определяемая для индивидуумов, умерших в трудоспособном возрасте, составила 197,836 руб./чел.

На основе оценки риска для здоровья населения и экономической оценки издержек от загрязнения вод и атмосферного воздуха в Ростове был предложен список потенциальных мер по уменьшению риска. Эффективность мер была оценена по сокращению загрязнения. Анализ включал три шага. Сначала были собраны данные по затратам, связанным с проведением соответствующих мероприятий. Затем было рассчитано сокращение эмиссии или улучшение качества питьевого водоснабжения для каждого мероприятия. И, наконец, было проанализировано соотношение затрат и эффективности.

При анализе "затраты-выгоды" используется та же самая исходная информация как и при анализе "затраты-результат/эффективность". Сначала рассчитывалась текущая стоимость различных мероприятий. Затем было рассчитано текущее значение выгод в терминах сокращения затрат от загрязнения окружающей среды за все время инвестиционной жизни проекта. После этого сравнивались затраты и выгоды.

Например, анализ показал, что полная реконструкция сети водоснабжения не оправдана ни при каких обстоятельствах; ни за счет изменения ставки процента, ни за счет изменения выгод. Текущее значение выгод при всех сценариях оказывается отрицательным и составляет 43,7–96,9 млн. руб. Однако частичная реконструкция сети является возможной: чистая текущая стоимость (NPV) в данном случае оказывается положительной и составляет 4,9–58,1 млн. руб.

Другая мера связана с установкой счетчиков водопотребления. Было показано, что при их установке фактическое потребление питьевой воды уменьшится на 30% по сравнению с установленными нормативами (19,799 млн. м³/год) и на 50% от полного объема (39,598 млн. м³/год) из-за самоконтроля водопользователей при рационализации ведения домашнего хозяйства. Было доказано, что установка счетчиков экономически эффективна для всего населения. Это привело бы к финансовым (выгоды Водоканала), социальным (потребительским) и экологическим (улучшение качества речной воды) выгодам. NPV для данного варианта составил 894,1–1421,3 млн. руб. при ставке процента в 5%.

Источник: Всемирный Банк. Оценка стоимости деградации окружающей среды и выгод от мер по охране окружающей среды – Экспериментальное исследование в Ростове-на-Дону, Россия (в печати).

ОЦЕНКА СРЕДНИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ВОД И АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Средние концентрации загрязняющих веществ для вод и атмосферного воздуха оценивались на основе данных мониторинга и дисперсионного моделирования, проведенного в ряде больших и средних городов России в 1990-х гг.⁴ Учитывалось, что 73% населения России проживает в городах⁵ и, согласно данным Госкомэкологии России, концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе большинства городов России превышают максимальные разовые ПДК (30-минутные), а во многих случаях и максимальные суточные ПДК (24-часовые): в 171 городе в 1992 г., в 185 городах в 1998 г. Из них подавляющее большинство приходится на города с численностью населения от 100 тыс. и более человек (общее число городов составляет 168). Один из примеров представлен во Вставке 4.

Вставка 4. Загрязнение окружающей среды свинцом в России

Загрязнение свинцом атмосферного воздуха все еще остается существенной проблемой для России. Свыше 30 городов имеют уровень содержания свинца в атмосферном воздухе, превышающий установленный в России стандарт (максимальная приемлемая концентрация – 0,3 мкг/м³). Примерно 4000 т свинца ежегодно выбрасывается в атмосферный воздух. Первичным источником эмиссии свинца в окружающую среду является автотранспорт. Главными стационарными источниками эмиссии свинца являются отрасли цветной металлургии, особенно свинцово- и медеплавильные печи, а также производство свинцовых аккумуляторов. Фабрики, производящие свинцовое стекло и покрытую свинцом керамику, представляют собой другой значительный источник свинцового загрязнения.

Загрязнение почв – другой существенный фактор свинцовой экспозиции населения. Повышенные уровни свинца в почвах были обнаружены в 120 городах. В городах с металлургической промышленностью концентрации свинца в почвах достигают уровней в 1000–2000 мг/кг. Загрязнение почв на сельскохозяйственных землях встречается менее часто, хотя наличие свинца по обочинам дорог, расположенных в непосредственной близости к фермам или садоводческим хозяйствам, особенно опасно.

В исследовании использовалась биокинетическая модель Американского агентства по охране окружающей среды (EPA), позволяющая оценить основные опасности для здоровья детей от свинцового загрязнения. Биокинетическая модель (IEUBK) – это пакет взаимосвязанных компьютерных программ, разработанных EPA, включающий методы, используемые в США для оценки неблагоприятных эффектов для детей от воздействия различных концентраций свинца в продовольствии, атмосферном воздухе, водах, почвах и пыли. При этом концентрации являются известными, а прямой информации относительно уровней содержания свинца в крови детей не имеется. Данная модель позволяет оценить эти уровни на популяционной основе, используя выборочные данные об окружающей среде для того географического региона, в котором проживает обследуемое население. EPA предоставило России данную модель в рамках сотрудничества в области изучения воздействия свинца на здоровье человека. На базе новой английской версии была разработана и распространена русская версия данной программы. Данная модель использовалась для получения первых общенациональных оценок степени и серьезности свинцовой опасности для детей. В 120 российских городах у 44% детей могут быть уровни содержания свинца в крови выше стандартного CDC значения, равного 9,9 мкг/дцл, и почти 2,4 млн. детей, возможно, были подвержены воздействию свинцового загрязнения [Ревич Б., Быков А. Свинцовое загрязнение российских городов: оценка риска для здоровья детей // Загрязнение воздуха в горах Урала: Окружающая среда, здоровье и политические аспекты / Под ред. И. Линкова и Р. Вилсона; Тез. НАТО, Гарвардский университет; 1998, С. 181–194].

⁴ См., например: Управление риском для здоровья в регионе и финансирование природоохранных проектов (на примере Великого Новгорода). Опыт применения методологии анализа риска в России. – М.: Центр эколого-экономических исследований, 1999. – С. 28.; Авалиани С.Н., Попова А.Ю., Шаланда А.В., Припутина С.Л. Оценка зависимости "доза-ответ" для количественной характеристики риска / Экологическая ситуация в г. Серпухове и перспективы ее улучшения. – М.: Полтекс, 2000. – С. 138-153.

⁵ Демографический ежегодник России: Стат. Сб. – М.: Госкомстат России, 1999. – С. 20.

В более специальных приложениях данной модели в нескольких городах с большими объемами образования свинца в отраслях промышленности (г. Белово в Кемеровской области, Красноуральск в Свердловской области и Гусь-Хрустальный во Владимирской области) сравнивались предсказанные уровни содержания свинца в крови, вычисленные на основе информации о загрязнении почв, пыли в домах и школах, а также загрязнении свинцом пищевых продуктов, с фактическими данными об уровнях содержания свинца в крови детей. В целом модельные результаты и оценки распределения населения по данным о содержании свинца в крови коррелировали довольно хорошо. Биокинетическая модель оказалась полезным инструментом для выявления групп детей, подверженных данному риску, и идентификации первичных путей воздействия свинца. Администрации указанных городов, в которых были проведены выборочные обследования, были информированы о необходимости принять соответствующие меры для снижения воздействия свинца на здоровье на местах.

Источник: Свинец в окружающей среде и здоровье человека. Пять лет американско-российского сотрудничества 1995–1999. – USAID, 2000.

В период с 1992 по 1998 г. в ежегодные списки городов с наибольшим уровнем загрязнения воздух включались 66 городов России и, в частности, г. Москва, рассматриваемый в качестве одной из выбранных авторами индикаторных точек. В другой индикаторной точке, а именно, в г. Великий Новгород экологическую ситуацию можно назвать относительно неплохой (ПДК превышаются не более чем в 2 раза).

Согласно результатам исследований по оценке риска для здоровья населения России и отдельным эпидемиологическим исследованиям⁶, наиболее опасными являются "классические" загрязнители, такие как твердые взвешенные частицы (PM_{10} -фракция) и NO_2 (см. табл. 1). Однако SO_2 -загрязнение характерно только для некоторых городов России (типа Норильска), а не для Москвы и Великого Новгорода. Повышенная концентрация PM_{10} приводит к увеличению смертности и заболеваемости, SO_2 – к увеличению смертности от сердечно-сосудистых заболеваний, NO_2 – к увеличению заболеваемости болезнями нижних и верхних дыхательных путей. Опасны также такие канцерогенные вещества, как формальдегид, сажа, винилхлорид, мышьяк, кадмий, никель и бензо(а)пирен. Высокие концентрации данных загрязнителей в окружающей среде приводят к росту числа онкологических заболеваний.

Из загрязнителей воды наибольшую опасность представляет мышьяк, винилхлорид, хлорорганика (хлороформ и др.), соединения свинца и др. (См. пример для некоторых из этих загрязнителей во Вставке 5.) Хлороформ и кадмий имеют канцерогенное действие. Их превышение в воде чревато развитием онкологических заболеваний. А избыток в воде алюминия может оказать на организм нейротоксическое воздействие.

Вставка 5. Диоксины и здравоохранение в г. Чапаевске

Одним из самых больших загрязнителей окружающей среды в г. Чапаевске (Самарская область, Россия) является Средневожский химический завод. С 1967 по 1987 г. он производил гексахлорциклопексан (линдан) и его производные. В настоящее время, он выпускает химикаты для защиты урожая (жидкие хлорные кислоты, метил-хлороформ, винил-хлорид и некоторые другие химикаты). Диоксины были обнаружены в воздухе (0,116 пкг/м³), в почве (8,9–298 нг/кг), в питьевой воде города (28,4–74,1 пкг/л), в молоке коров (содержание 2,3,7,8 – TCDD было 17,32 пкг ТЕQ/г жира). Среднее содержание диоксинов в 7 объединенных выборках грудного молока (40 индивидуальных испытаний) было 42,26 пкг ТЕQ/г жира, в 4 выборках крови женщин-рабочих – 412,4 пкг ТЕQ/г жира, в 6 выборках крови местных жителей, проживавших в 1–3 км от химического завода, было 75,2 пкг ТЕQ/г жира, в 4 выборках крови местных жителей, проживавших в 5–8 км от завода, было 24,5 пкг ТЕQ/г жира. Для оценки риска рака и статуса репродуктивного здоровья использовались данные официальной медицинской статистики.

⁶ Ревич Б.А., Быков А.А. Оценка риска смертности населения России от техногенного загрязнения воздушного бассейна // Вопросы природопользования, 1998, №3, С.15.

Вообще, наблюдаемая мужская смертность от рака в Чапаевске оказалась выше, чем ожидалось. Самый высокий риск оказался для рака легкого (3,1), мочеполовых органов (2,6). Женщины в Чапаевске подвержены более высокому общему риску из-за рака груди (2,1) и рака горла (1,8). Уровни риска оказались выше для рака легкого у мужчин и для рака груди у женщин во всех возрастных группах по сравнению с Россией и Самарской областью в 1998 г. Были обнаружены существенные нарушения репродуктивной функции. Средняя частота непосредственных аборт за последние 7 лет была статистически выше 24,4% в Чапаевске (по сравнению с другими городами области). Средняя частота преждевременных выкидышей составила 45,7 на 1000 женщин в Чапаевске, что значительно выше, чем в большинстве городов Самарской области. Доля новорожденных с малым весом при рождении составила 7,4%. В России и в большинстве городов Самарской области, эта величина ниже (6,2-5,1%), но отмеченные различия оказались статистически незначимы. Для определения врожденных морфогенных состояний (CMGC) были обследованы 369 детей, рожденных между 1990 и 1995 г. Среднее число CMGC у детей оказалось существенно выше: 4,5 для мальчиков и 4,4 для девочек. Первые результаты указали на серьезные нарушения, связанные с высокими уровнями содержания диоксинов в женском молоке и крови в Чапаевске. Чапаевск является перспективным местом для проведения дальнейших эколого-эпидемиологических исследований по оценке воздействия диоксинов на здоровье человека.

Источник: Ревич В., Аксель Е., Ушакова Т., Иванова И., Жученко Н., Клюев Н., Бродский Е., Сотсков Ю. Диоксины и здравоохранение в Чапаевске, Россия. – М., 2000.

В настоящем исследовании использовались данные о среднегодовых концентрациях загрязнителей атмосферного воздуха, полученные в региональных исследованиях по оценке риска. В этих исследованиях указанные концентрации были смоделированы с использованием некоторых дисперсионных моделей ("Эколог" и др.) и затем были верифицированы при помощи имеющейся статистики по фактически наблюдаемым концентрациям основных загрязнителей.

С использованием указанной информации проводился анализ риска. В каждом городе (Москве и Великом Новгороде) расчет рисков и их характеристика осуществлялись отдельно с учетом имеющейся информации для канцерогенных и неканцерогенных эффектов:

- **канцерогенный**, обусловленный влиянием соединений, которые индуцируют опухоли после длительного времени хронического воздействия и не имеют уровня, ниже которого они были бы безопасны для здоровья (окислы никеля, хрома, кадмия, свинца, бенз(а)пирен, сажа, полихлорированные бифенилы, стирол, ацетальдегид);

- **неканцерогенный**, обусловленный влиянием веществ, вызывающих остальные неблагоприятные изменения в состоянии здоровья, в том числе повышение уровней заболеваемости и смертности (сероводород, оксид азота, толуол, ксилол, окислы марганца, фракция пыли PM_{10} , аммиак и др.).

При анализе риска от воздействия канцерогенных соединений во внимание принимались два основных вида риска:

- *индивидуальный канцерогенный риск* в течение всей жизни, который определяется как дополнительный (над фоновым) риск для индивидуума заболеть раком в течение жизни при воздействии конкретного химического вещества в определенной концентрации или дозе;

- *годовой популяционный канцерогенный риск*, определяемый в виде числа дополнительных случаев рака, ожидаемых в течение каждого года, на определенное количество населения в результате воздействия конкретной дозы канцерогена.

Пожизненный *индивидуальный канцерогенный риск* рассчитывается по формуле:

$$IR = I \cdot SF,$$

где IR – индивидуальный канцерогенный риск, I – среднесуточное поступление загрязнителя (мг/кг-сут), определяемое по методике EPA⁷, SF – фактор канцерогенного потенциала (мг/кг-сут)⁻¹.

⁷ Авалиани С.Л., Попова А.Ю., Шаланда А.В., Припутина И.В. Оценка зависимости "доза-ответ" для количественной характеристики риска / Экологическая ситуация в г. Серпухове и перспективы ее улучшения. – М.: Полтекс, 2000. – С. 138-153.

Таблица 1. Среднегодовые концентрации отдельных загрязнителей вод и атмосферного воздуха в России, Москве и Великом Новгороде в 1994–1998 гг.*

Загрязнитель \ Годы		1994	1995	1996	1997	1998
Загрязнители атмосферного воздуха						
Твердые взвешенные частицы (<i>TSP</i>)*, мг/м ³ (ПДК = 0,15)	Россия	0,15	0,15	<0,15	<0,15	0,14-0,15
	Москва	0,13	0,13	0,1	0,1	0,1
	В.Новгород	0,3	0,4	0,4	0,4	нд
Диоксид серы (<i>SO</i> ₂), мг/м ³ (ПДК = 0,05)	Россия	0,009	0,011	0,001	0,001	0,009
	Москва	0,001	0,001	0,003	0,002	0,003
	В.Новгород	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	нд
Диоксид азота (<i>NO</i> ₂), мг/м ³ (ПДК = 0,04)	Россия	0,042	0,043	0,046	0,044	0,045
	Москва**	0,10	0,10	0,11	0,09	0,12
	В.Новгород	0,06	0,05	0,05	0,05	нд
Аммиак (<i>NH</i> ₃), мг/м ³ (ПДК = 0,04)	Москва	0,05	0,04	0,05	0,04	0,12
	В.Новгород	0,06	0,05	0,05	0,05	нд
Фенол, мг/м ³ (ПДК = 0,003)	Москва	0,002	0,002	0,002	0,004	0,002
	В.Новгород	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	нд
Формальдегид (<i>HCHO</i>)***, мг/м ³ (ПДК = 0,003)	Москва	0,006	0,006	0,010	0,008	0,006
	В.Новгород	0,009	0,01	0,006	0,006	нд
Загрязнители вод****						
Биологическая потребность в кислороде (<i>BOD</i>), мг/л (ПДК = 9)	Москва	нд	нд	нд	10,4	9,4
	В.Новгород	11–14	11,2–12,1	11,2–12,2	10,2–11,7	нд
Взвешенные вещества (<i>SS</i>), мг/л (ПДК = <i>Q</i> _{фон.} + 0,75)	Москва	нд	нд	нд	9,8	9,7
	В.Новгород	нд	16–32	16–19	13–30	нд
Фосфор (<i>P</i>), мг/л (ПДК = 3,5 экв. <i>PO</i> ₄)	Москва	нд	нд	нд	1,6	1,7
	В.Новгород	0,03–0,04	0,02–0,04	0,02–0,03	0,01	нд
Хлориды, мг/л (ПДК = 350)	Москва	нд	нд	нд	72	66
	В.Новгород	нд	нд	нд	нд	нд

Источник: По Москве – Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды в 1998 г. – М.: Государственный комитет по охране окружающей среды Москвы, 1999. – С. 75; Качество воздуха в крупнейших городах России за десять лет (1988–1997). – СПб.: Гидрометеиздат, 1999. – С. 136–144; По Великому Новгороду – Управление риском для здоровья в регионе и финансирование природоохранных проектов (на примере Великого Новгорода). Опыт применения анализа риска в России. – М: Центр эколого-экономических исследований, 1999. – С. 5, 21–22.

Примечание:

* Концентрация *PM*₁₀ оценивается в России как 35–60 % от концентрации *TSP*.

** *NO*_x в целом.

*** Великий Новгород – только от стационарных источников, Москва – только от автотранспорта по расчетам Москомприроды (около 90% всех выбросов), Россия – среднегодовые концентрации по данным Росгидромета за 1999 г.).

**** *BOD*, *SS*, *P* не информативны для оценки риска.

нд – нет достоверных данных.

Популяционный канцерогенный риск рассчитывается путем умножения величины полученного индивидуального риска на количество людей, подвергающихся воздействию в конкретной рецепторной точке, и последующего деления этого числа на время воздействия, используемое при оценке индивидуального риска (среднюю продолжительность жизни).

$$PCR = \frac{IR \cdot POP}{LT},$$

где PCR – популяционный канцерогенный риск в течение года, IR – индивидуальный канцерогенный риск от ингаляционного воздействия, POP – численность населения России (табл. 5), LT – средняя продолжительность жизни (лет).

Поскольку в большинстве промышленных городов имеет место комплексное и/или многокомпонентное химическое загрязнение объектов окружающей среды, то определялся суммарный (аддитивный) **канцерогенный риск**, обусловленный одновременным воздействием сразу нескольких химических веществ канцерогенной направленности действия на организм или одновременного поступления канцерогенного химического вещества несколькими путями.

$$R_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^N R_i,$$

где $R_{\text{сум}}$ – суммарный канцерогенный риск, R_i – канцерогенный риск, обусловленный i -й компонентой смеси химических веществ.

Для оценки и характеристики **неканцерогенного риска** от воздействия целой группы химических веществ, не обладающих канцерогенным действием, использовался так называемый коэффициент опасности (HQ), представляющий собой соотношение между величинами экспозиции (например, суточной дозой ADD) и безопасным уровнем воздействия, в качестве которого используются: референтная доза (RfD), референтная концентрация (RfC):

$$HQ = \frac{ADD}{RfD} \quad \text{или} \quad HQ = \frac{ADD}{RfC},$$

или – при их отсутствии – отечественная предельно допустимая концентрация (ПДК), установленная по санитарно-токсикологическому признаку вредности:

$$HQ = \frac{ADD}{ПДК}.$$

Чем больше величина HQ превышает 1, тем более значительную опасность может представлять анализируемое воздействие.

Для условий комплексного поступления (одновременного поступления химического вещества несколькими путями) и комбинированного воздействия (одновременного действия нескольких химических веществ) характеристикой суммарного неканцерогенного риска является величина индекса опасности (HI):

$$HI = \sum_{i=1}^N HQ_i,$$

где HQ_i – коэффициент опасности i -го химического вещества или i -го пути поступления одного и того же химического вещества.

Суммарная оценка индивидуального риска, связанного с заболеваемостью от загрязнения окружающей среды (вод и атмосферного воздуха) в России, составила $3,14-4,5 \cdot 10^{-2}$ для заболеваемости, $2,7-4,0 \cdot 10^{-4}$ – для смертности и $7,2-13,8 \cdot 10^{-5}$ для канцерогенного риска. Результаты оценки приводятся в табл. 4 и 5.

АНАЛИЗ ТЕКУЩЕЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ В РОССИИ

На основе официальной статистики (по данным Госкомстата) были проанализированы данные по заболеваемости и смертности трудоспособного населения и детей в России (табл. 2,3 и рис. 2, 3). Из них можно увидеть, что в период с 1990 по 2000 г. заболеваемость увеличилась на 13,0%, в то время как смертность – на 37,5%.

Таблица 2. Заболеваемость населения России в 1990–2000 гг.

Классы болезней \ Годы	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Общая заболеваемость	на 1000 чел. 651,2	667,5	615,6	654,3	653,2	678,8	648,5	674,2	670,4	709,9	735,7
Болезни органов дыхания	на 1000 чел. 336,2	351,9	289,7	309,1	283,2	295,3	266,3	297,9	281,9	303,5	319,5
	% от общего числа 51,6	52,7	47,1	47,2	43,4	43,5	41,1	44,2	42,0	42,8	43,4
Болезни органов пищеварения	на 1000 чел. 27,2	28,5	31,1	32,3	33,2	36,3	34	31,2	32,6	34	32,5
	% от общего числа 4,2	4,3	5,1	4,9	5,1	5,3	5,2	4,6	4,9	4,8	4,4
Инфекционные и паразитарные болезни	на 1000 чел. 34,9	33,4	34,9	38,6	44,2	47,3	43,7	42,1	44	44,9	44,6
	% от общего числа 5,4	5,0	5,7	5,9	6,8	7,0	6,7	6,2	6,6	6,3	6,1
Новообразования	на 1000 чел. 5,5	5,8	5,9	6,1	6,5	6,6	7	7	7,7	8,1	8,5
	% от общего числа 0,8	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2

Источник: Российский статистический ежегодник: Стат. сб. – М.: Госкомстат России, 1999–2000.



Рис. 2. Динамика заболеваемости населения России в 1990–2000 гг.

В целом, для всех групп населения основными заболеваниями (связанными с загрязнением окружающей среды) являются респираторные болезни, болезни органов пищеварения, инфекционные и паразитарные болезни и новообразования. Из табл. 2 можно увидеть, что доля заболеваний, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха, в общей заболеваемости уменьшилась на 8,2%, а доля заболеваний, обусловленных загрязнением вод, возросла на 5,3% за период с 1990 по 2000 г.

По данным за 1999 г. Центра демографии и экологии человека Института народохозяйственного прогнозирования РАН в общей заболеваемости детей в возрасте до 15 лет первое место занимают болезни органов дыхания (59,8%), за ними следуют болезни нервной системы и органов чувств (7,6%), инфекционные и паразитарные болезни (7,4%), травмы и отравления (6,5%), болезни кожи и подкожной клетчатки (5,3%), болезни органов пищеварения (4,7%). В общей заболеваемости подростков в возрасте от 15 до 17 лет первое место занимают болезни органов дыхания (47,8%), на втором месте находятся травмы и отравления (11,21%), третье место занимают болезни кожи и подкожной клетчатки (6,15%), далее следуют инфекционные и паразитарные болезни (4,95%), болезни мочеполовой системы (4,42%), болезни костно-мышечной системы (4,0%).⁸

Таблица 3. Смертность населения России в 1990–2000 гг.

Классы причин смерти \ Годы		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Общая смертность	на 100 000 чел.	1116,7	1137,5	1215,6	1446,4	1566,1	1496,4	1417,7	1376	1361,1	1472,4	1535,1
	% от общего числа	5,3	4,9	4,8	5,2	5,2	4,9	4,8	4,6	4,2	4,4	4,6
Смертность, связанная с органами дыхания	на 100 000 чел.	59,3	55,7	57,9	74,5	80,8	73,9	67,7	63,7	57,2	64,9	70,5
	% от общего числа	2,6	2,5	2,7	2,6	2,8	3,1	3,0	2,8	2,8	2,8	2,9
Смертность, связанная с органами пищеварения	на 100 000 чел.	12,1	12	13,1	17,3	20,1	20,7	21,3	20,5	19	24,5	25
	% от общего числа	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,4	1,7	1,6
Смертность от инфекционных и паразитарных болезней	на 100 000 чел.	194	197,5	201,8	206,9	206,6	202,8	200,3	201,8	202,5	205	205,5
	% от общего числа	17,4	17,4	16,6	14,3	13,2	13,6	14,1	14,7	14,9	13,9	13,4

Источник: Российский статистический ежегодник: Стат. сб. – М.: Госкомстат России, 1999–2000.



Рис. 3. Динамика смертности населения России в 1990–2000 гг.

⁸ Население России 2000. – М.: ЦДЭЧ, 2001. – С. 71–74.

В данном исследовании рассматривались только заболеваемость и смертность, связанные с болезнями органов дыхания, болезнями органов пищеварения, инфекционными и паразитарными болезнями и новообразованиями. Следует отметить, что количество заболеваний, связанных с органами пищеварения, превышает их зарегистрированное число как минимум в 3 раза⁹. Это было учтено при оценке риска для здоровья населения.

Оценка смертности, обусловленной загрязнением атмосферного воздуха, в целом по России была проведена эпидемиологами Б.А. Ревичем и А.А. Быковым¹⁰ (1998). Согласно этому исследованию в среднем по России оказалось, что около 7% смертности городского населения, проживающего на наиболее загрязненных территориях (10% всего населения), могут быть обусловлены воздействием загрязненного атмосферного воздуха. Для менее загрязненных районов, в которых проживает около 40% населения, эта доля составляет 0,04%. Причем суммарные вклады канцерогенных веществ в инициирование указанной смертности для атмосферного воздуха не превышают 10% и составляют около 0,5% смертности, связанной со всеми новообразованиями.

Оценка заболеваемости, обусловленной загрязнением атмосферного воздуха, была основана на результатах нескольких региональных исследований¹¹, которые показали, что доля данной заболеваемости составляет около 7–10% от общей заболеваемости (3–15% астмы)¹², из которых 67% заболеваемости обусловлено загрязнением атмосферного воздуха¹³, в то время как доля соответствующей канцерогенной заболеваемости оценивается в 0,1%.

Оценка заболеваемости и смертности, обусловленной загрязнением вод (питьевой воды), ранее в целом для России и для стран мира не проводилась из-за недостаточности эпидемиологических данных. Поэтому в данном исследовании оценка смертности, вызванной загрязнением питьевой воды, не проводилась. Известно лишь, что для России она мала. Доля заболеваемости, связанной с органами пищеварения и загрязнением питьевой воды, составляет 3–5% от всей болезней, связанных с органами пищеварения, 20% от всех инфекционных и паразитарных болезней¹⁴ и 0,1–0,15% от всех онкологических заболеваний.

В данном исследовании были сделаны следующие предположения относительно агрегированных оценок смертности и заболеваемости, обусловленных загрязнением окружающей среды в России (табл. 4, 5):

1) **минимальная оценка** (% от соответствующего общего частотного уровня)

обусловленные загрязнением вод:

заболеваемость	болезни органов пищеварения	3-5%
	инфекционные и паразитарные болезни	20%
	новообразования	0,05%
смертность	болезни органов пищеварения	нд
	новообразования	нд

обусловленные загрязнением атмосферного воздуха:

заболеваемость	болезни органов дыхания	7%
	новообразования	0,1%
смертность	болезни органов дыхания	2% от общей смертности
	новообразования	(вместе)

⁹ Prevention and Control of Water Related Disease in Europe – Economic Assessment, UK Water Industry Research and Promoting Collaborative Research Institutions, 1999.

¹⁰ Ревич Б.А., Быков А.А. Оценка риска смертности населения России от техногенного загрязнения воздушного бассейна // Вопросы природопользования, 1998, №3.

¹¹ Великий Новгород, Самара, Ростов-на-Дону и др.

¹² Национальный план действий по охране окружающей среды. Министерство здравоохранения. Министерство Природных ресурсов, 2000.

¹³ Лисицин Ю.П. Социальная гигиена и организация здравоохранения. – М., 1992.

¹⁴ По материалам исследований центра экологической эпидемиологии ЦПРП, 2000.

2) **максимальная оценка** (% от соответствующего общего частотного уровня)

обусловленные загрязнением вод:

заболеваемость	болезни органов пищеварения	20%
	инфекционные и паразитарные болезни	20%
	новообразования	0,2%
смертность	болезни органов пищеварения	нд
	новообразования	нд

обусловленные загрязнением атмосферного воздуха:

заболеваемость	болезни органов дыхания	10%
	новообразования	1%
смертность	болезни органов дыхания	3% от общей смертности
	новообразования	(вместе)

В целом оценка отмеченных долей соответствующих частотных уровней заболеваемости и смертности представляет собой в основном оценку группы экспертов. Инструментарий в области оценки риска пока не позволяет точно оценивать эти доли. В дальнейшем эти оценки могут быть скорректированы на основе новых статистических данных, данных специальных эпидемиологических исследований, с использованием методологии оценки риска.

Таблица 4. Оценки заболеваемости и смертности от загрязнения вод и атмосферного воздуха (минимальный вариант)

Пути воздействия на заболеваемость и смертность \ Годы		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Загрязнение атмосферного воздуха	Заболеваемость, на 1000 чел.	23,5	24,6	20,3	21,6	19,8	20,7	18,6	20,9	19,7	21,3	22,4
	Смертность, на 100 000 чел.	22,3	22,8	24,3	28,9	31,3	29,9	28,4	27,5	27,2	29,4	30,7
Загрязнение вод	Заболеваемость, на 1000 чел.	8,3	8,1	8,5	9,3	10,5	11,3	10,5	10,0	10,4	10,7	10,5
	Смертность, на 100 000 чел.	нд										
Всего	Заболеваемость, на 1000 чел.	31,9	32,7	28,8	31,0	30,3	32,0	29,1	30,8	30,2	31,9	32,9
	Смертность, на 100 000 чел.	22,3	22,8	24,3	28,9	31,3	29,9	28,4	27,5	27,2	29,4	30,7

Источник: Оценки авторов.

Таблица 5. Оценки заболеваемости и смертности от загрязнения вод и атмосферного воздуха (максимальный вариант)

Пути воздействия на заболеваемость и смертность \ Годы		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Загрязнение атмосферного воздуха	Заболеваемость, на 1000 чел.	33,7	35,2	29,0	31,0	28,4	29,6	26,7	29,9	28,3	30,4	32,0
	Смертность, на 100 000 чел.	33,5	34,1	36,5	43,4	47,0	44,9	42,5	41,3	40,8	44,2	46,1
Загрязнение вод	Заболеваемость, на 1000 чел.	12,5	12,4	13,2	14,2	15,5	16,7	15,6	14,7	15,3	15,8	15,4
	Смертность, на 100 000 чел.	нд										
Всего	Заболеваемость, на 1000 чел.	46,2	47,6	42,2	45,2	43,9	46,3	42,3	44,5	43,6	46,2	47,5
	Смертность, на 100 000 чел.	33,5	34,1	36,5	43,4	47,0	44,9	42,5	41,3	40,8	44,2	46,1

Источник: Оценки авторов.

ДЕНЕЖНАЯ ОЦЕНКА ТЕКУЩИХ ИЗДЕРЖЕК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Денежная оценка издержек, связанных с загрязнением окружающей среды, проводилась на основе методологии "стоимости заболевания" (для заболеваемости) и "переноса выгод" (для смертности). Все оценки проводились в долл. США 1990 г. как по паритету покупательной способности (ППС), так и по обменному курсу. Основные предположения для денежной оценки состояли в следующем:

1. "Стоимость заболевания" включала в себя:

• **Затраты на лечение (COI)**, включающие:

а) **расходы на государственную систему здравоохранения** (зарплата медперсонала, содержание больниц и др.) оценивались как ежегодные расходы государственного бюджета и государственных внебюджетных фондов обязательного медицинского страхования (*GHE*), деленные на общее число зарегистрированных случаев заболеваний (N_I) в год;

б) **расходы домашних хозяйств на медикаменты и госпитализацию (EHM)** (расходы на приобретение лекарств, неучтенные затраты на медицинскую помощь, расходы на госпитализацию в государственной, ведомственной и частной больнице, оплата услуг в амбулаторно-поликлинических учреждениях, расходы на стоматологическую помощь, оплата услуг частнопрактикующих врачей). Согласно оценкам Информационно-социологического центра РАГС в 1998 г. данные расходы составили около 182,16 млрд. руб. (в официальном и неофициальном секторе), из которых 60,8% составили расходы на лекарства и медикаменты¹⁵. По другим источникам оценка суммарных расходов населения на лекарства и госпитализацию, составляет около 60 млрд. долл. ППС¹⁶. При этом не учитывается стоимость основных фондов в сфере медицинского обслуживания.

• **Потерю ВВП.** Она оценивалась как ВВП/чел. в день, умноженный на 16 дней (оценка для средней продолжительности госпитализации в России¹⁷). При этом игнорировались потери ВВП, связанные с онкологической заболеваемостью, потому что доля онкологической заболеваемости в общей заболеваемости, обусловленной загрязнением окружающей среды, слишком мала, и человек может работать некоторое время при данном типе заболеваемости.

В конечном итоге стоимость заболевания оценивалась по следующей формуле:

$$COI = \frac{GHE}{N_I} + EHM + \frac{GDP}{POP} \frac{16}{365},$$

где *POP* – численность населения.

В настоящем исследовании не проводилась оценка издержек, связанных со страданиями от болезней, готовностью населения платить за предотвращение риска, расходы на медицинское страхование, превентивные расходы домашних хозяйств и др. Поэтому наши оценки стоимости заболевания можно рассматривать как нижнюю границу указанной оценки. Тем не менее, общие расходы государства и населения на здравоохранение в настоящее время оцениваются примерно в 10% ВВП, из которых в среднем 3,5% составляют государственные расходы.

¹⁵ Бойков В.Э. Расходы населения России на медицинские услуги и лекарства: результаты социологического мониторинга / Социология власти. Информ.-аналит. бюл. – М.: РАГС, 1999. – № 1. – С. 5–59.

¹⁶ Население России 1999. – М.: ЦДЭЧ, 2000. – С. 102.

¹⁷ Там же. – С. 100.

2. "Стоимостная оценка среднестатистической жизни".

Как уже отмечалось, методология "оценки среднестатистической жизни" имеет чисто статистический аспект и связана с концепцией риска. Она не оценивает конкретную человеческую жизнь. В условиях отсутствия необходимых российских исследований оценка среднестатистической жизни рассчитывалась на основе показателя, полученного для США (около 3,1 млн. долл. в 1990 г.)¹⁸. Для России значение среднестатистической жизни пересчитывалось по методу переноса выгод (через отношение реального ВВП (в ППС) на душу населения в России и США) с учетом сокращения трудоспособного периода из-за уменьшения продолжительности жизни. Авторы отдают себе отчет, что данный подход достаточно условен и его можно рассматривать лишь в качестве первого приближения к экономической оценке ущерба для здоровья от загрязнения окружающей среды. Сейчас появляются новые подходы, в частности, связанные с концепцией здоровья среды. Тем не менее, подход на основе риска является наиболее широко распространенным и признанным в мире, он был применен для расчетов ущербов для здоровья во многих европейских странах, США и Канаде. Полученные результаты учитывались в процессе принятия решений исполнительной и законодательной властями.

Анализ стоимости заболевания показал, что к концу 1990-х гг. доля частных расходов в общих расходах на здравоохранение составила примерно 2/3 от совокупных расходов, включая государственные. В то же время государственные расходы на здравоохранение постепенно уменьшались. Общая стоимость заболевания в реальном исчислении оценивалась в 630–1161 долл. ППС/чел. Оценка среднестатистической жизни в России уменьшалась вместе с уменьшением соотношения ВВП России и США. Она составила примерно 660–1464 тыс. долл. ППС (см. табл. 6).

Таблица 6. Оценка стоимости заболевания и стоимостная оценка среднестатистической жизни в России в 1990-2000 гг.

Показатели \ Годы		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Стоимость заболевания, долл. ППС/чел.	Затраты на лечения	673*	604*	559*	477*	420*	391	392	457	383	327	344
	Потери ВВП	489	465	399	363	317	305	288	297	284	303	333
	Всего	1 162	1 069	958	840	737	696	680	754	667	630	677
ВВП России на душу населения, тыс. долл. ППС/чел.		11,15	10,6	9,1	8,3	7,2	6,9	6,6	6,8	6,5	6,9	7,6
Соотношение ВВП России и ВВП США, % (по ППС)		47	45	36	32	27	25	23	23	21	22	24
Обменный курс, руб./долл.		нд	нд	200	932	2204	4554	5124	5790	9,71	24,6	28,1
ППС, руб./долл.		0,37	0,84	13,35	132,2	541,8	1497,0	2209,0	2528,0	2,8	4,7	6,6
Соотношение обменного курса и ППС, разы		нд	нд	15,0	7,0	4,1	3,0	2,3	2,3	3,5	5,2	4,3
Стоимостная оценка среднестатистической жизни, тыс. долл. ППС/чел.		1 464	1 392	1 124	988	823	764	698	700	660	672	739

Источник: Госкомстат России: ВВП России на душу населения, обменный курс, ППС; Индикаторы мирового развития Всемирного Банка: ВВП США на душу населения; оценки авторов: стоимость заболевания, отношение ВВП России и США, стоимостная оценка среднестатистической жизни.

Примечания:

* Оценки авторов с учетом деноминации рубля в 1998 г. (деление на 1000).

нд – нет достоверных данных.

¹⁸ EPA, 1990, и др. – <http://www.epa.gov>; В настоящее время данные оценки варьируются в США в диапазоне 2–5 млн. долл.

Табл. 7 иллюстрирует оценки экологических издержек для здоровья населения. Можно отметить, что, согласно нашему минимальному и максимальному сценарию, суммарные издержки для здоровья населения от загрязнения вод и атмосферного воздуха в отдельные годы за период с 1990 по 2000 г. оценивался в диапазоне 3,1–5,8% от ВВП (в среднем 3,4–5,1% от ВВП) или, соответственно, 29–62 млрд. долл. ППС. При этом издержки, связанные с загрязнением атмосферного воздуха, были примерно в 10 раз больше издержек, связанных с загрязнением вод. Кроме того, 95% суммарных издержек были обусловлены смертностью, вызванной загрязнением атмосферного воздуха. Поэтому, например, при использовании "стоимостной оценки среднестатистической жизни" (для США) в 2 млн. долл. вместо 3,1 млн. долл., т.е. при ее уменьшении на 35%, полученные оценки издержек в среднем уменьшатся на 32% и составят 2,3–3,4% ВВП.

Таблица 7. Минимальная и максимальная оценки издержек для здоровья населения России, связанных с загрязнением вод и атмосферного воздуха в 1990–2000 гг. (по ППС)

Показатели \ Годы		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
Издержки от загрязнения атмосферного воздуха	млрд. долл.	МИН	52,5	51,0	43,5	45,2	40,4	36,0	31,2	30,7	28,4	31,0	35,2
		МАКС	78,4	76,2	65,1	67,6	60,5	53,9	46,6	45,9	42,4	46,4	52,7
	% от ВВП	МИН	3,2	3,2	3,2	3,7	3,8	3,5	3,2	3,1	3,0	3,1	3,2
		МАКС	4,8	4,8	4,8	5,5	5,6	5,2	4,8	4,6	4,5	4,6	4,8
Издержки от загрязнения вод	млрд. долл.	МИН	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
		МАКС	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5
	% от ВВП	МИН	0,09	0,08	0,09	0,09	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09
		МАКС	0,13	0,12	0,14	0,14	0,16	0,17	0,16	0,16	0,16	0,14	0,14
Суммарные издержки	млрд. долл.	МИН	53,9	52,2	44,8	46,4	41,6	37,2	32,2	31,8	29,4	32,0	36,3
		МАКС	80,5	78,1	67,0	69,4	62,2	55,6	48,2	47,6	43,9	47,8	54,2
	% от ВВП	МИН	3,3	3,3	3,3	3,8	3,9	3,6	3,3	3,2	3,1	3,2	3,3
		МАКС	4,9	5,0	4,9	5,6	5,8	5,4	5,0	4,8	4,6	4,7	4,9

Источник: Оценки авторов.

Данные оценки согласуются с оценками экспертов Всемирного Банка,¹⁹ сделанными ранее, исходя из обменного курса, а не ППС. Согласно нашим оценкам доля ежегодных потерь от преждевременной смертности, обусловленной экологическим фактором, составляет в среднем 4,2% ВВП. Аналогичная оценка К. Львовски (2000), основанная на индексе DALY, дает для России величину порядка 6,5% ВВП.

Отметим, что полученные результаты в целом совпадают с оценкой годовых потерь от общей смертности в России, полученной С.П. Ермаковым²⁰ и равной 53 млрд. долл. Эта оценка основана на статистических данных и реальном обменном курсе только за первую половину 1990-х гг. Однако расчеты, основанные на ППС, позволяют более точно отражать динамику денежных оценок при международных сравнениях.

¹⁹ См., например, World Bank Yearbook, 2000; К. Lvovsky. Health and Environment. World Bank, 2000. – P. 4.

²⁰ Ермаков С.П. Методика определения ущерба от ухудшения здоровья населения. – М.: ЦПРП, 1999. – С.50.

ПРОГНОЗЫ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ В РОССИИ НА ПЕРИОД ДО 2010 Г.

В данном исследовании была использована макроэкономическая модель, первоначально разработанная Г. Хьюзом (Всемирный Банк) для анализа переходных экономик²¹ (краткое описание модели представлено в Приложении). На ее основе были проведены упрощенные расчеты, которые позволили построить следующие два сценария:

- *Сценарий 1: оптимистический (технологические инновации присутствуют).* Базируется на оптимистических предположениях о ходе экономических реформ, в результате которых стимулируется переход к новым технологиям, осуществляются природоохранные мероприятия.
- *Сценарий 2: пессимистический (технологические инновации отсутствуют).* Отражает пессимистичные предположения относительно экономического роста, в результате которого не происходит перехода к новым технологиям и не осуществляются природоохранные мероприятия.

Основываясь на указанных сценариях, были спрогнозированы выбросы твердых взвешенных частиц (*TSP*), *SO₂*, *NO_x*, кадмия, биологической потребности в кислороде (*BOD*), взвешенные вещества в воде (*SS*) и фосфора (*P*) в 2000–2012 гг. (см., например, табл. 9 и 10).

Таблица 8. Прогноз выбросов *PM₁₀* на 2010 г.

Сценарии \ Рост выбросов	% к 1999 г.
Сценарий 1	69
Сценарий 2	133

Источник: Оценки авторов.

Таблица 9. Прогноз выбросов *SO₂* на 2010 г.

Сценарии \ Рост выбросов	% к 1999 г.
Сценарий 1	94
Сценарий 2	130

Источник: Оценки авторов.

Анализ текущей экологической ситуации и негативного воздействия на здоровье населения проводился для ограниченного числа загрязнителей, включающих взвешенные частицы пыли (*TSP*, фракция *PM₁₀*), *SO₂*, *NO_x*, *CO*, *BOD*, *SS*, *P*. Учитывалась также амортизация капитала в жилищно-коммунальном секторе. Официальные данные по загрязнению вод за 1990–1998 гг., а также данные по загрязнению атмосферного воздуха от стационарных и нестационарных источников и автотранспорта за 1981–1999 гг. представлены на рис. 4–6.

Видно, что общие выбросы загрязнителей атмосферного воздуха в России постепенно уменьшались с 55,6 до 34,7 млн. т в год. Объемы сбросов в водные объекты также изменялись с отрицательным трендом. Однако загрязнение отдельными химическими веществами (кадмием, алюминием, нитратами и др.) возросло.

²¹ Другие модели см., например, в книге В.Н. Сидоренко "Системная динамика". – М.: ТЕИС, 1998. – 205 с.

В то же время структура загрязнения изменилась по следующим причинам:

- сдвиг в структуре потребления домашних хозяйств;
- рост числа частных автомобилей (рост выбросов NO_x на 20% с 1990 по 1999 г.);
- большой износ основных фондов в коммунальном хозяйстве (сети водоснабжения, очистные сооружения для очистки сточных вод);
- рост экспорто-ориентированного производства (ресурсоэксплуатирующие отрасли) и другие факторы.

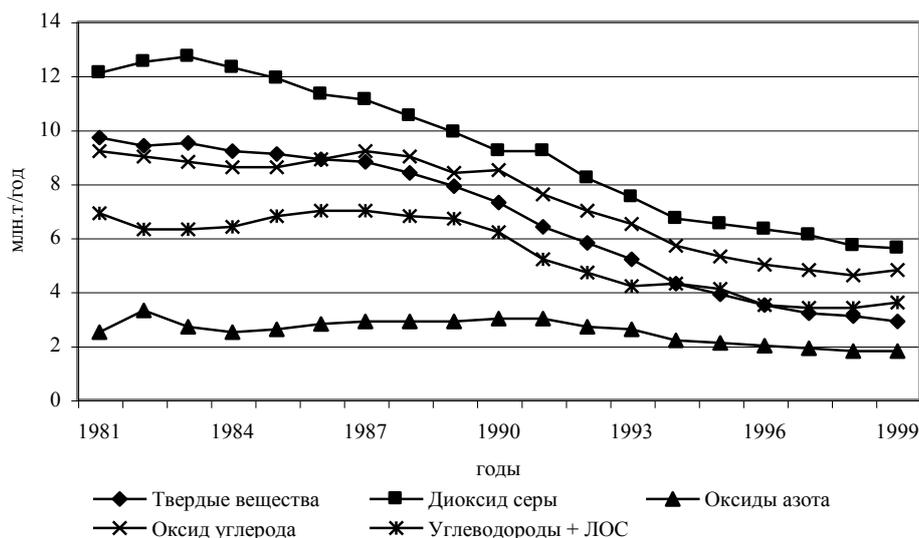


Рис. 4. Загрязнение атмосферного воздуха в России от стационарных источников в 1981–1999 гг.

Источник: Ежегодник выбросов загрязняющих веществ в атмосферу городов и регионов Российской Федерации (России) 1999 г. – СПб: НИИ Атмосфера, 2000. – С.154–155.

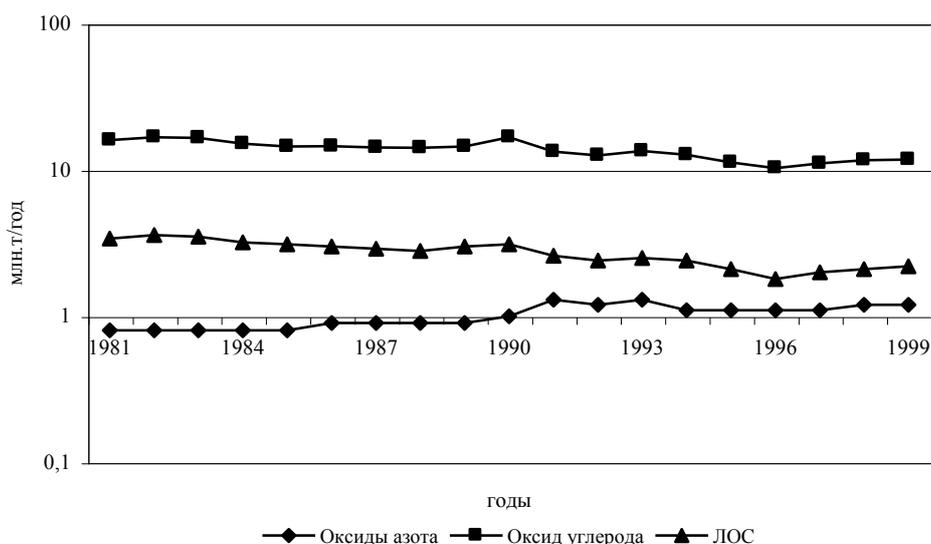


Рис. 5. Загрязнение атмосферного воздуха в России от автотранспорта в 1981–1999 гг.

Источник: Ежегодник выбросов загрязняющих веществ в атмосферу городов и регионов Российской Федерации (России) 1999 г. – СПб: НИИ Атмосфера, 2000. – С.154–155.

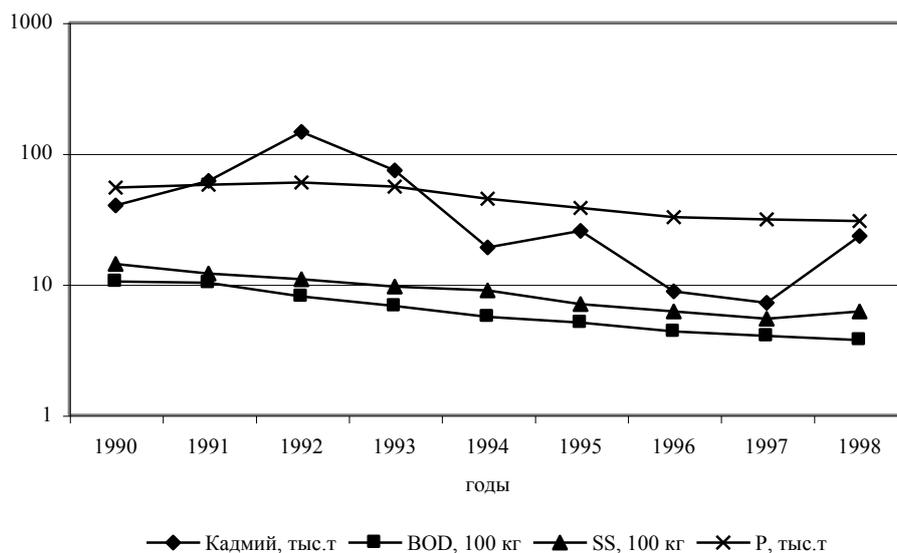


Рис. 6. Загрязнение вод в России в 1990–1998 гг.

Источник: Государственный комитет РФ по охране окружающей среды о состоянии окружающей природной среды РФ за 1998–1999 гг. / Прил. № 2 к Гос. докладу "О состоянии окружающей природной среды РФ в 1998 г. – М: Госкомэкология, 1999. – С. 14–15, 23.

Различия между официальными данными и результатами моделирования можно объяснить следующими основными причинами²²:

- официальная статистика не полностью отражает стационарные и нестационарные источники (автотранспорт), однако выбросы от автотранспорта составляют более 91% от суммарных выбросов по всем видам транспорта²³;
- система мониторинга атмосферного воздуха значительно сократилась в течение 1990-х гг. и охватывает в настоящее время не более 250 городов Российской Федерации, а в некоторых республиках, таких как Адыгея, Ингушетия, Калмыкия, Кабардино-Балкария, Карачаево-Черкесия и Чечня, сети мониторинга атмосферного воздуха вообще отсутствуют. Сеть режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод в настоящее время состоит из 1928 пунктов, 2617 створов, расположенных на 1363 водных объектах.

Для оценки будущей заболеваемости и смертности предполагалось следующее:

- риск для здоровья населения от загрязнения вод зависит, в первую очередь, от износа основных средств, т.е. капитала (в жилищно-коммунальном секторе). В настоящее время, сети муниципального водоснабжения и очистки сточных вод эксплуатируются сверх положенных сроков эксплуатации (например, более 40 лет в Москве и Ростове-на-Дону)²⁴. Известно, что связанная с водой заболеваемость и смертность вообще происходят из-за недостатка питьевой воды (например, в Африке и Азии). В России недостатка питьевой воды нет (хотя этот фактор проявляется в Казахстане и других азиатских странах СНГ);
- риск от загрязнения атмосферного воздуха, в первую очередь, зависит от среднегодовых концентраций загрязнителей атмосферного воздуха.

²² См., например, "Укрепление экологических фондов и система управления природоохранной деятельностью" / Сб. науч. трудов по экономике природопользования. – Ч. 1. – М., 1998. – С. 14.

²³ Государственный комитет РФ по охране окружающей среды о состоянии окружающей природной среды РФ за 1998–1999 гг. / Прил. № 2 к Гос. докладу "О состоянии окружающей природной среды РФ в 1998 г. – М.: Госкомэкология, 1999. – С. 15.

²⁴ Минаева О. // АиФ, № 24 (1025), 2000, 14 июня.

На основе моделирования выбросов загрязнителей в атмосферный воздух и износа основных фондов (капитала) в жилищно-коммунальном секторе в России были получены следующие оценки для заболеваемости и смертности (см. табл. 11) согласно предположениям "максимальной варианта" (см. табл. 5). На основе нижеприведенных оценок с учетом различных сценариев развития экономики может быть оценена динамика издержек для здоровья населения от загрязнения вод и атмосферного воздуха.

Таблица 10. Прогноз заболеваемости и смертности на 2010 г.

Сценарии		Заболеваемость, 10^{-3} чел. (% изменения к уровню 1998 г.)	Смертность, 10^{-5} чел. (% изменения к уровню 1998 г.)
Загрязнение вод	<i>Сценарий 1*</i>	8,4 (-45%)	нд (-45%)
	<i>Сценарий 2**</i>	19,1 (+25%)	нд (+25%)
Загрязнение атмосферного воздуха	<i>Сценарий 1</i>	20,9 (-26%)	30,2 (-26%)
	<i>Сценарий 2</i>	41,0 (+45%)	59,2 (+45%)

Источник: Оценки авторов.

* *Сценарий 1. оптимистический (есть технологические инновации).*

* *Сценарий 2. пессимистический (технологические инновации отсутствуют).*

Результаты прогнозирования заболеваемости, сделанные при помощи процедуры выделения тренда, отражают следующую динамику по отношению к базовому 1990 г.: заболеваемость, связанная с загрязнением вод, увеличится на 14% ($R^2 = 0,71$), а заболеваемость, связанная с загрязнением атмосферного воздуха, уменьшится на 9% ($R^2 = 0,62$).

Для верификации результатов было использовано экспоненциальное сглаживание с переменным трендом. При этом смертность, обусловленная загрязнением атмосферного воздуха, существенно не меняется.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе экономических реформ общая эмиссия основных загрязнителей в России уменьшилась. Однако структура эмиссии существенно изменилась: эмиссия от стационарных источников сократилась, в то время как эмиссия от автотранспорта и жилищно-коммунального сектора увеличилась. В течение 1990–2000 гг. заболеваемость, обусловленная загрязнением вод и атмосферного воздуха, оставалась примерно на одном и том же уровне, в то время как смертность увеличилась примерно на 10%.

Смертность, обусловленная загрязнением атмосферного воздуха, выросла с 22,3–33,5 чел. на 100 000 чел. в 1990 г. до 30,7–46,1 чел. на 100 000 чел. в 2000 г. (смертность, обусловленная загрязнением вод, в 1990–2000 гг. не оценивалась). Заболеваемость, связанная с загрязнением атмосферного воздуха, изменилась с 23,5–33,7 чел. на 1000 чел. в 1990 г. до 22,4–32,0 чел. на 1000 чел. в 2000 г., а заболеваемость, связанная с загрязнением вод, выросла с 8,3–12,5 чел. на 1000 чел. в 1990 г. до с 10,5–15,4 чел. на 1000 чел. в 2000 г. В ходе проведенного исследования было выявлено, что основной вклад в риск заболеваемости вносит загрязнение атмосферного воздуха (с учетом того, что смертность, обусловленная загрязнением вод, в 1990–2000 гг. не оценивалась).

Полные экологические издержки для здоровья населения сократились с 54–81 млрд. долл. ППС в 1990 г. до 36–54 млрд. долл. ППС в 2000 г., в то время как их доля в ВВП составила примерно 3,3–4,9 % ВВП в 2000 г. Издержки для здоровья, связанные с загрязнением атмосферного воздуха, составили более 95% от общих издержек для здоровья, т.е. 35–52 млрд. долл. ППС (3,2–4,8% ВВП) в 2000 г., в то время как издержки, связанные с загрязнением вод, равнялись 1,0–1,5 млрд. долл. ППС (0,09–0,14% ВВП) в 2000 г. Сравнение экологических издержек, связанных с заболеваемостью и смертностью, позволяет выделить приоритеты в области здравоохранения и природоохранной политики. Согласно полученным результатам, сокращение загрязнения атмосферного воздуха имеет более высокий приоритет.

Это обусловлено еще тем, что 95% совокупного ущерба обусловлено смертностью, вызванной загрязнением атмосферного воздуха. Однако необходимо принять во внимание увеличение в долгосрочном плане издержек для здоровья, обусловленных загрязнением вод, что потребует принятия соответствующих мер.

Моделирование динамики загрязнения атмосферного воздуха и амортизации капитала в жилищно-коммунальном секторе выявило постепенное увеличение риска здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха и уменьшения риска здоровью от загрязнения вод. Издержки для здоровья от загрязнения атмосферного воздуха остаются примерно в 2–4 раза больше издержек от загрязнения вод.

Анализ "*Сценария 1*" показывает, что в долгосрочной перспективе риск здоровью населения от загрязнения вод уменьшится, а риск здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха следует рассматривать как более приоритетную проблему. При этом суммарные издержки при неизменных стоимостных показателях в 2010 г. могут составить 36 млрд. долл. ППС или 3,2% ВВП.

Анализ "*Сценария 2*" показывает, что в долгосрочной перспективе риск здоровью населения от загрязнения вод будет расти довольно быстро, а загрязнение атмосферного воздуха следует рассматривать как более приоритетную проблему в краткосрочной и среднесрочной перспективе, в то время как в долгосрочной перспективе приоритетной станет проблема загрязнения вод. При этом суммарные издержки при неизменных стоимостных показателях в 2010 г. могут составить 70 млрд. долл. ППС или 6,3% ВВП.

Таким образом, загрязнение атмосферного воздуха и соответствующий риск здоровью населения является первоочередной проблемой в России в настоящее время и вплоть до 2010 г. Загрязнение вод и соответствующий риск здоровью населения является второстепенной проблемой. Кроме того, сценарии изменения загрязнения атмосферного воздуха малочувствительны к выбору технологий, а для воды получаются обратные результаты.

Полученные для России оценки ущерба для здоровья достаточно впечатляющи и являются весомым аргументом в пользу экологизации экономического развития, изменения ряда декларируемых и поддерживаемых Правительством приоритетов развития страны. Эти оценки превышают планируемый рост ВВП в 2002 г. Сложившаяся в стране "антиустойчивая" ситуация в развитии свидетельствует о необходимости более адекватного учета экологического фактора в программах и планах на федеральном и секторальном уровнях, в регионах.

ЛИТЕРАТУРА

1. External Costs of Transport in ExternE. JOULE III Programme. Bickel B., Schmid S., Krewitt W. ja Friedrich R. IER (toim.). European Commission, 1997.
2. Externalities of Energy "ExternE" Project, Vol. 2, Methodology. JOULE programme. DGXII, Science, Research and Development. Belgium: European Commission, 1995.
3. EPA, 1990, etc. <http://www.epa.gov>.
4. *Gurvich E., Golub A., Mukhin A., Uzyakov M., Ksenofontov M.* Impacts of Russian Energy Subsidies on Greenhouse Gas Emissions / In Reforming Energy and Transport Subsidies: Environmental and Economic Implications. Paris: OECD, 1997.
5. Lead in the Environment and Human Health. Five Years of American – Russian Collaboration 1995–1999. USAID, 2000.
6. *Lvovsky K.* Health and Environment. World Bank, 2000.
7. Prevention and Control of Water Related Disease in Europe – Economic Assessment, UK Water Industry Research and Promoting Collaborative Research Institutions, 1999.
8. World Bank Yearbook, 2000.
9. World Bank, Assessment of the cost of environmental degradation and the benefits of environmental initiatives – Pilot study in Rostov-on-Don, Russia (forthcoming).
10. World Development Indicators. World Bank, 2000.

11. *Авалиани С.Н., Попова А.Ю., Шаланда А.В., Припутина С.Л.* Оценка зависимости "доза-ответ" для количественной характеристики риска / Экологическая ситуация в г. Серпухове и перспективы ее улучшения. – М.: Полтекс, 2000.
12. *Бойков В.Э.* Расходы населения России на медицинские услуги и лекарства: результаты социологического мониторинга / Социология власти. Информ.-аналит. бюл. – М.: РАГС, 1999. – № 1.
13. *Гнеденко Е., Горбунова З., Сафонов Г.* Условная оценка стоимости качества питьевой воды в г. Самаре. – М.: Российская программа экономических исследований, 2001.
14. Гос. доклад "О состоянии окружающей природной среды РФ в 1996–1998 г. – М.: Госкомэкология, 1996, 1999.
15. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды в 1998 г. – М.: Государственный комитет по охране окружающей среды Москвы, 1999.
16. Государственный комитет РФ по охране окружающей среды о состоянии окружающей природной среды РФ за 1998–1999 гг. / Прил. № 2 к Гос. докладу "О состоянии окружающей природной среды РФ в 1998 г. – М.: Госкомэкология, 1999.
17. Демографический ежегодник России: Стат. сб. – М.: Госкомстат России, 1999–2000.
18. *Диксон Д., Скура Л., Карпенгер Р., Шерман П.* Экономический анализ воздействий на окружающую среду. М: Изд-во "Вита-Пресс", 2000.
19. Ежегодник выбросов загрязняющих веществ в атмосферу городов и регионов Российской Федерации (России) 1999 г. – СПб: НИИ Атмосфера, 2000.
20. *Ермаков С.П.* Методика определения ущерба от ухудшения здоровья населения. – М.: ЦПРП, 1999.
21. Качество воздуха в крупнейших городах России за десять лет (1988–1997). – СПб.: Гидрометеоиздат, 1999.
22. *Лисицин Ю.П.* Социальная гигиена и организация здравоохранения. – М., 1992.
23. Материалы центра экологической эпидемиологии ЦПРП, 2000.
24. *Минаева О.* //АиФ, № 24 (1025), 2000, 14 июня.
25. Население России 1999, 2000. – М.: ЦДЭЧ, 2000, 2001.
26. Национальный план действий по охране окружающей среды. Министерство здравоохранения. Министерство Природных ресурсов, 2000.
27. Приоритеты национальной экологической политики России / Под ред. В.М. Захарова. – М.: Наука, 1990. Российская Федерация: ОЭСР, Обзор деятельности по охране окружающей среды. ЦССНЧ, 1999.
28. *Ревич В., Аксель Е., Ушакова Т., Иванова И., Жученко Н., Клюев Н., Бродский Е., Сотсков Ю.* Диоксины и здравоохранение в Чапаевске, Россия. – М., 2000.
29. *Ревич Б.А., Быков А.А.* Оценка риска смертности населения России от техногенного загрязнения воздушного бассейна // Вопросы природопользования, 1998, №3.
30. Российский статистический ежегодник: Стат. сб./Госкомстат России. – М., 1999.
31. *Сафонов Г.В.* Экономические аспекты поведения домохозяйств по предотвращению риска для здоровья в течение переходного периода в России: Случай с г. Самара (в печати).
32. *Сидоренко В.Н.* Оценка основных макроэкономических показателей природопользования для России и регионов // Бюллетень "На пути к устойчивому развитию России", 2000, Вып. 5(16).
33. *Сидоренко В.Н.* Системная динамика. – М.: ТЕИС, 1998.
34. Укрепление экологических фондов и система управления природоохранной деятельностью / Сб. науч. трудов по экономике природопользования. – Ч. 1. – М., 1998.
35. Управление риском для здоровья в регионе и финансирование природоохранных проектов (на примере Великого Новгорода). Опыт применения методологии анализа риска в России. – М.: Центр эколого-экономических исследований, 1999.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Описание модели прогнозирования G-H^{25,26}

Анализ динамики основных загрязнителей проводился на основе скорректированной Е.В. Гурвичем для России версии макроэкономической балансовой модели, первоначально разработанной Г. Хьюзом во Всемирном Банке. Модель нацелена на описание процессов, протекающих в переходной экономике. Она включает три основных компонента:

- имитацию экономического развития с учетом процесса оборота капитала;
- оценку эмиссий (как от промышленности, так и от домашних хозяйств);
- имитацию воздействия средств альтернативной природоохранной политики.

Модель не обеспечивает прогноза основных макроэкономических показателей (динамики ВВП и структуры его использования, цен на энергоносители и др.). Эти переменные принимаются как экзогенные для каждого сценария.

Основным общим предположением является то, что в результате рыночных реформ экономика становится более открытой, и наблюдаемые относительные цены и структура потребления приспосабливаются к стандартам мирового рынка. Одновременно реформы ведут к замене устаревших технологий более эффективными и современными. Последние характеризуются как меньшим ресурсопотреблением, так и лучшим устранением загрязнений. Поэтому меньшие объемы выбросов могут быть расценены как результаты проведения рыночных реформ. В течение переходного периода "старые" и "новые" технологии используются параллельно, а производство описывается в терминах межотраслевого баланса. В исходный момент времени используются реальные данные по российской экономике относительно "старых" технологических возможностей по использованию материалов, энергии, рабочей силы в 1990 г. Информация о "новых" технологиях, которые можно выбирать, представлена данными по США, Великобритании, Западной Европе и Испании.

Процесс оборота капитала происходит следующим образом. "Старые" мощности выбывают за счет двух факторов: регулярного старения (амортизации) и рыночной неконкурентоспособности. Ограниченные инвестиции направляются в сектора, где имеющихся мощностей достаточно для производства товаров при ожидаемом росте спроса. Предполагается, что все инвестиции порождают "новые" эффективные производственные мощности.

Модель описывает реакцию структуры использования факторов производства на "старых" мощностях к меняющимся относительным ценам. Капитал в расчете на единицу выпуска предполагается постоянным, в то время как спрос на другие факторы производства корректируется на двух уровнях. Сначала строится спрос на энергию, материалы и рабочую силу в зависимости от их относительных цен. Спрос на капитал на единицу выпуска предполагается фиксированным, в то время как совокупность других факторов производства определяется на основе транслогарифмической функции стоимости $C(u, p)$, которую можно представить следующим образом:

$$C(u, p) = a(p)^{1-u} b(p)^u,$$

где

²⁵ Голуб А.А., Гурвич Е.В. К вопросу о реформе системы платежей за выбросы в окружающую среду / Укрепление экологических фондов и система управления природоохранной деятельностью. – Ч.1. – М., 1988. – С. 24–25.

²⁶ Gurvich E., Golub A., Mukhin A., Uzyakov M., Ksenofontov M. Impacts of Russian Energy Subsidies on Greenhouse Gas Emissions / In Reforming Energy and Transport Subsidies: Environmental and Economic Implications. Paris: OECD, 1997.

$$\log a(p) = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \log p_k + \frac{1}{2} \sum_{k,j} \gamma_{kj} \log p_k \log p_j$$

$$\log b(p) = \log a(p) + \beta_0 \prod_k p^{\beta_k}$$

а $\alpha_i, \beta_i, \gamma_{kj}$ – оцениваемые параметры.

Затем для каждой отрасли определяется структура использования различных видов топлива в соответствии с его ценой. Реакции здесь также оценены на базе транслогарифмических функций стоимости. Сдвиги в потреблении энергии и материалов включены в модель через изменение коэффициентов межотраслевого баланса.

Критический элемент модели – процесс замещения старых производственных фондов новыми. Одним из ключевых предположений является то, что количество новых мощностей, вводимых в определенной отрасли, зависит только от потребности в дополнительных мощностях в этой отрасли. Алгоритм может быть описан следующим образом.

Для всех отраслей рассчитывается (с помощью простой одношаговой экстраполяции) упрощенный прогноз потребности в их продукции $X_f(t+1)$ на следующий год:

$$X_f(t+1) = X_f(t) \frac{X_f(t)}{X_f(t-1)}$$

Это определяет потребность в мощностях на следующий год. Для упрощения объем производственных фондов выражается в таких единицах, чтобы количественно они совпадали с объемом продукции, которая может быть на них выпущена, т.е. потребность в мощностях численно равна прогнозируемому спросу: $F_d(t+1) = X_f(t+1)$.

С другой стороны, наличные мощности $F_c(t+1)$ определяются с учетом выбытия $V(t)$, но без учета инвестиций:

$$F_c(t+1) = F_a(t) - V(t).$$

Тогда новые мощности, вводимые в отрасли "i" $F_N(t)$ определяются как разность между имеющимися $F_c(t+1)$ и требуемыми мощностями $F_d(t+1)$, если последние превышают первые:

$$F_N(t) = \text{MAX}(F_d(t+1) - F_c(t+1), 0),$$

$$F_a(t+1) = F_a(t) - V(t) + F_N(t)$$

Прогнозирование выполняется последовательно год за годом. На каждом шаге выполняются следующие вычисления.

- Оцениваются отраслевые уровни цен.
- Строятся скорректированные матрицы коэффициентов прямых затрат для старых технологий.
- Определяется конечный спрос. Для этого прогнозируемый объем ВВП дезагрегируется по основным составляющим и проводится разбиение расходов каждого вида по отраслям.
- Находятся валовые выпуски, необходимые, чтобы обеспечить найденный конечный спрос. На этом этапе учитывается также импорт продукции. Считается, что производство сначала размещается на "новых" мощностях, и если этого оказывается недостаточно, используются "старые" мощности.



ENVIRONMENTAL DEFENSE

finding the ways that work

"Защита природы" (прежнее название "Фонд защиты природы") – независимая неправительственная некоммерческая организация, членами которой являются 300 000 человек. Головной офис организации находится в г. Нью-Йорк (США). "Защита природы" специализируется на разработке и внедрении инновационных рыночных подходов к решению природоохранных проблем. В состав климатической группы организации входят ученые, экономисты и юристы. "Защита природы" не принимает никаких взносов от компаний, загрязняющих окружающую среду.

National Headquarters:
257 Park Avenue South
New York, NY 10010
Tel: (212) 505-2100
Fax: (212) 505-2375

Offices:
Washington, Oakland, Boulder, Raleigh, Austin

Project Offers:
Boston, Los Angeles

Washington, D.C.
1875 Connecticut Ave., NW
Washington, DC 20009
Tel.: (202) 387-3500
Fax: (202) 234-6049

members@environmentaldefense.org

www.environmentaldefence.org