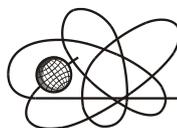




Российская Академия Наук

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

**ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ
БЕЗОПАСНОГО РАЗВИТИЯ
АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**



ИБРАЭ

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

**NUCLEAR SAFETY
INSTITUTE**

Препринт ИБРАЭ № ИБРАЭ-1999-12

Preprint IBRAE- 1999-12

А.А.Афанасьев, Б.П.Максименко

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭНЕРГЕТИКИ НА
ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ:
3. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ
ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ЗДОРОВЬЮ**

Москва 1999

Moscow 1999

УДК 620.9

Афанасьев А.А., Максименко Б.П. ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭНЕРГЕТИКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ: 3. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ЗДОРОВЬЮ. Препринт № IBRAE-99-12. Москва: Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. Декабрь 1999. 24 с. Библиогр.: 31 назв.

Аннотация

Рассматриваются методические основы экономической оценки ущерба здоровью. Описываются различные подходы к количественной оценке состояния здоровья и ущерба, обусловленного причинением вреда здоровью. В макроэкономическом приближении развита экономико-математическая модель оценки экономического ущерба обществу вследствие фатального исхода. Получены аналитические выражения для экономической эффективности трудовой деятельности человека в течение жизни («добавочной стоимости за жизнь») и экономического ущерба для общества вследствие преждевременной смерти человека с учетом его возраста.

©ИБРАЭ РАН, 1999

Afanasiev A.A., Maksimenko B.P. ENVIRONMENTAL IMPACT OF POWER CYCLES: 3. METHODOLOGICAL ISSUES OF HEALTH DAMAGE VALUATION. Preprint IBRAE-99-12. Moscow: Nuclear Safety Institute. December 1999. 24 p. — Refs.: 31 items.

Abstract

Methodical outlines of health damage valuation are considered. Various approaches to quantitative assessment of health condition and damage caused by harmful health impact are described. In the framework of macroeconomic approach an economic-mathematical model of damage due to fatality is developed. Analytic dependencies for economic efficiency of human activity through life («added value through life») and economic damage due to premature death of a man taking into account his age are derived.

©Nuclear safety institute, 1999

Воздействие энергетики на окружающую среду:

3. Методологические аспекты оценки экономического ущерба здоровью

А.А.Афанасьев, Б.П.Максименко

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОГО РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ РАН
113191, Москва, ул. Б. Тульская, 52
тел: (095)958-00-51, факс: (095)958-11-51, эл.почта: aaa@ibrae.ac.ru

Работа получила поддержку Российского фонда фундаментальных исследований
(грант № 99-02-18506)

Содержание

1	Введение.....	3
2	Применение метода "затраты-выгода" в анализе эффективности охраны здоровья.....	5
3	Основные виды ущерба и его измерители	6
4	Подходы к количественной оценке состояния здоровья	7
5	Макроэкономические аспекты охраны здоровья.....	10
6	Развитие модели макроэкономической оценки ущерба вследствие фатального исхода	10
6.1	Общие положения и подходы к оценке	10
6.2	Исходные положения моделирования	12
6.3	Описание модели оценки экономического ущерба вследствие фатального исхода.....	12
6.4	Анализ возможных решений.....	16
6.5	Выбор норматива дисконтирования для человеческого фактора.....	18
7	Количественная оценка экономического ущерба вследствие фатального исхода в макроэкономическом приближении	18
7.1	Оценка экономической эффективности человеческой деятельности	19
7.2	Примеры оценки экономического ущерба от гибели людей	20
8	Выводы и заключение.....	22
	Список литературы	22

1 Введение

Непрерывный рост производства различных благ для удовлетворения постоянно возрастающих потребностей населения с неизбежностью сопровождается развитием крупномасштабного материального производства, которое, в свою очередь, является источником (реальным или потенциальным) рисков для здоровья людей и окружающей природной среды. Таким образом человек, будучи основным хозяйственным субъектом, с одной стороны выступает как производитель и потребитель благ, с другой стороны - как создатель новых рисков и их непосредственная жертва. Как результат этой внутренне противоречивой ситуации возникает проблема определения приемлемого для общества соотношения благ и рисков, знание которого способствовало бы объективному выбору стратегии дальнейшего социально-экономического развития общества, одной из основных целей которой является достижение такого состояния среды обитания человека, которое не будет оказывать существенного негативного влияния на состояние здоровья населения.

Поскольку в промышленно развитом обществе принципиально невозможно полностью исключить техногенный риск для населения, то речь может идти лишь о снижении его до приемлемого уровня. Это может быть достигнуто как путем предотвращения воздействия поражающих факторов на население (снижение уровня имеющихся и недопущение возникновения новых поражающих факторов, проведения мероприятий по защите населения от их воздействия), так и посредством ликвидации (смягчения) последствий их воздействия (путем эффективного медицинского обслуживания, реабилитацией окружающей среды, улучшением условий жизни и т.п.). Как правило, решать эту проблему приходится в системе "производство - население - окружающая среда" в условиях ограниченных материально-технических и финансовых ресурсов. И решение этой проблемы видится на путях достижения социально-экономических компромиссов путем оптимизации имеющихся возможностей.

Поскольку для реализации большинства управленческих решений, заключающихся прежде всего в распределении ресурсов, требуется знать соответствующие экономические показатели, в том числе и величины возможных ущербов здоровью человека и окружающей среде в денежном исчислении, то это приводит к необходимости разработки соответствующей методики экономической оценки этих ущербов.

Данный отчет является продолжением работы по развитию методологии оценки ущербов от воздействия энергетики на окружающую среду [1,2]. Анализ последствий воздействия энергетики на человека и окружающую среду с учетом полного топливного цикла показывает, что одной из основных составляющих стоимости ущерба (риска ущерба), приведенного к единице произведенной электроэнергии, является экономический ущерб, связанный с различными видами воздействия на здоровье человека (включая несчастные случаи с фатальным и нефатальным исходом). В качестве примеров можно привести аварии на шахтах с гибелью рабочих, профессиональные заболевания шахтеров и преждевременные смерти, риск заболевания вследствие загрязнения атмосферного воздуха выбросами тепловых электростанций, риски, связанные с радиоактивным облучением при авариях в ядерном топливном цикле, и т.д.

Как показано в [1-3], следует различать макроэкономический, микроэкономический и промежуточный уровни анализа экономических аспектов воздействия энергетики на окружающую среду, для которых используются разные подходы, методы и модели. Следует также различать, чей ущерб мы пытаемся оценить в экономических показателях (сводя участников процесса к двум категориям - продавца или покупателя, и используя соответствующие подходы к оценке - по издержкам или по рыночным ценам). Необходимо также отметить отличия (как в подходах, так и в абсолютных величинах получаемых результатов) оценок стоимости реального (имевшего место) идентифицированного ущерба и ожидаемого (вероятного) ущерба (т.е. стоимости риска ущерба). Обычно, экономические оценки риска ущерба оказываются гораздо выше оценок уже идентифицированного ущерба.

При загрязнении окружающей среды вредными веществами в результате деятельности энергетических объектов оцениваемый ожидаемый ущерб, как правило, имеет статистическую основу. Даже уже после воздействия нельзя точно определить какое количество людей и кто именно претерпел ущерб, связанный с конкретным воздействием. Методологические подходы к оценке стоимости риска такого ущерба рассматриваются в [2]. Однако, если всё же натуральный ущерб здоровью может быть идентифицирован (определен количественно, или даже персонализирован), как, например, в случае аварии, то для оценки экономического ущерба для общества вследствие причинения вреда здоровью его индивидуумов могут быть использованы различные детерминистские подходы, один из которых предлагается ниже.

В настоящей работе в рамках макроэкономического приближения рассмотрены методические основы экономической оценки ущерба для общества вследствие фатального исхода и заболеваний людей. Применительно к обсуждаемой проблеме дана краткая характеристика метода "затраты-выгода" и показана необходимость иметь стоимостные оценки ущербов, причиняемых здоровью людей, в том числе и в случае летальных исходов. Знание этих ущербов дает возможность сопоставлять затраты на мероприятия по предотвращению ущерба с самим предотвращенным ущербом. Т.е. тем самым определять эффективность этих мероприятий, что, собственно, и требуется для различных управленческих структур.

Для полноты изложения кратко охарактеризованы основные виды ущербов и их измерители: натуральный (учет ущерба в натуральной форме), трудовой (затраты рабочего времени, трудоемкость, выработка) и денежный (стоимостной). Обращено внимание на то, что для выявления ущерба необходимо знать начальное (до воздействия поражающего фактора) и конечное (после воздействия поражающего фактора) состояние объекта, подвергнувшегося воздействию. В этой связи дан краткий обзор подходов к количественной оценке состояния здоровья с указанием соответствующих натуральных показателей (индексов здоровья), характеризующих состояние здоровья. Согласно этим подходам, изменение состояния здоровья может быть обнаружено путем периодического мониторинга населения по предлагаемым методам.

Негативное изменение состояния здоровья должно быть соотнесено с опасными воздействиями техногенной сферы, т.е. должна быть определена зависимость "доза-эффект". Определение этой зависимости, как правило, представляет весьма сложную задачу. После того, как будет установлен натуральный ущерб вследствие причинения вреда здоровью, его необходимо представить в денежной форме. В макроэкономических методах этот перевод осуществляется через оценку стоимости потерянного рабочего времени из-за нетрудоспособности пострадавшего и затрат на ликвидацию последствий. В данной работе рассмотрены методологические подходы к макроэкономической оценке ущерба, обусловленного причинением вреда здоровью. Предложена простейшая модель для экономической оценки ущерба вследствие фатального исхода, включая основные математические уравнения и анализ возможных решений. Развиваемый подход иллюстрируется конкретными примерами.

2 Применение метода "затраты-выгода" в анализе эффективности охраны здоровья

Одним из наиболее распространенных подходов в задачах принятия решений в различных сферах человеческой деятельности, связанных с расходом материальных ресурсов и финансовых средств, является анализ "затраты-выгода" (см., например [4]). Использование этого подхода предполагает реализацию трех этапов:

- идентификацию выгод и их стоимостную оценку (с учетом фактора времени);
- идентификацию затрат и их стоимостную оценку (с учетом фактора времени);
- сравнение приведенных к одному моменту времени величин затрат и доходов.

Основой исследования мероприятий по охране жизни и здоровья людей методом "затраты-выгода" является стоимостная оценка предотвращенного экономического ущерба. При этом исходят из того, что производственный потенциал, воплощенный в знаниях, здоровье и квалификации работника, представляет собой тот капитал, который приносит доходы. Если образование и квалификация повышают уровень знаний и умения человека (т.е. увеличивают объем "человеческого капитала"), то система охраны здоровья, сокращая уровень заболеваемости и смертности, продлевает срок эффективного использования "человеческого капитала" [5,6].

Таким образом, связь между состоянием здоровья и экономикой непосредственно осуществляется через рабочую силу, которая является необходимым фактором процесса производства в любой общественно-экономической формации. При этом **общественная полезность рабочей силы** зависит не только от уровня подготовки (общеобразовательной, профессиональной) и квалификации работника, но и от физического и психического состояния человека, как носителя рабочей силы, т.е. от состояния здоровья. Следовательно, здоровье людей является важным фактором роста совокупного общественного продукта и национального дохода. От состояния здоровья населения зависят уровень национального богатства, экономический и оборонный потенциал страны.

Улучшение здоровья населения увеличивает фактически функционирующие трудовые ресурсы за счет:

- снижения смертности и продления периода активной трудовой деятельности;
- уменьшения потерь рабочего времени вследствие заболеваний с временной утратой трудоспособности;
- уменьшения потерь трудовых ресурсов в связи с инвалидностью;
- повышения уровня общественно-приемлемой интенсивности труда в результате роста физических возможностей рабочей силы.

Таким образом, в макроэкономическом приближении улучшение здоровья населения, как минимум, эквивалентно предотвращению потерь трудовых ресурсов общества. Кроме того, экономятся средства на выплату пособий по временной нетрудоспособности и пенсий по инвалидности, затраты на лечение и уход за больными и т.п. Если оценить в денежном исчислении величину этих потерь и экономии упомянутых выплат, то тем самым можно будет получить величину предотвращенного экономического ущерба для общества.

Обычно эти оценки проводятся на уровне отдельных программ по повышению уровня безопасности среды обитания человека, улучшения санитарно-оздоровительного и медицинского обеспечения, повышения степени социальной защищенности населения и т.п. Информационной базой для таких расчетов служит статистика заболеваемости и смертности. В качестве исходных данных для исчисления положительного эффекта (выгоды) принимаются размеры доходов, сбереженных в результате проведения защитных и оздоровительных мер. Эти доходы рассматриваются в виде материальной отдачи от инвестирования в программы по сокращению смертности и заболеваемости. При этом также учитывается, что как своевременное выявление и снижение (в идеале - устранение) вредных техногенных и природных воздействий на человека, так и своевременное обнаружение и лечение заболеваний означает экономию расходов на медицинское обслуживание и выплату пособий по временной нетрудоспособности и инвалидности. Исходя из этого, к расчетной отдаче от инвестиций на повышение уровня безопасности среды обитания человека и на санитарно-оздоровительные мероприятия добавляется величина сэкономленных средств на лечение и выплату пособий.

Разновидностью такого анализа является анализ "затраты-эффективность". В этом случае результаты деятельности различных структур, занимающихся охраной жизни и здоровья людей, не принимают форму стоимостных оценок, а соотношение затрат и эффекта определяется путем сопоставления стоимости альтернативных вариантов достижения заранее сформулированной цели (например, сокращение на определенную величину смертности от какого-либо заболевания, директивно заданное снижение потерь рабочего времени из-за временной нетрудоспособности, вызванной гриппом, и т.п.).

Таким образом, для использования анализа "затраты-выгода" применительно к задачам охраны жизни и здоровья людей требуется иметь стоимостные оценки ущербов, причиняемых здоровью людей, в том числе и в случае летальных исходов. Знание этих ущербов дает возможность сопоставлять затраты на меры и мероприятия по предотвращению ущерба с самим предотвращенным ущербом. Т.е. тем самым определять эффективность этих мер и мероприятий, что собственно и требуется для различных управленческих структур.

Но перед тем, как производить оценку ущерба в стоимостной форме, необходимо определить величину ущерба в натуральном исчислении. Применительно к здоровью людей количественная оценка состояния здоровья до и после негативного воздействия представляет собой достаточно трудную задачу.

3 Основные виды ущерба и его измерители

В самой общей формулировке под ущербом понимаются фактические или возможные экономические и социальные потери, возникающие в результате каких-либо событий или явлений, в том числе изменений природной среды, ее загрязнения (см., например, [7,8].*) Ущерб возникает от прямого разрушения материальных ценностей, ухудшения предпосылок ведения хозяйства и воздействия на здоровье человека. Он может усилиться в ходе как хозяйственных, так и природных цепных процессов и реакций. В зависимости от поведения во времени выделяют такие виды ущерба, как **одномоментный**, **перманентный** (в том числе изменяющийся во времени) и **латентный**, т.е. проявляющийся спустя некоторое время (например, при воздействии на здоровье человека и природные экосистемы).

Различают **прямой** и **косвенный** ущербы. Прямой ущерб представляет собой отрицательное общественное потребление (затраты на ликвидацию воздействий, недовыработка промышленной, сельскохозяйственной и прочей продукции и т.п.) от антропогенных и природных видов воздействия (негативные воздействия в процессе нормальной хозяйственной деятельности, при аварии, при стихийном бедствии). Косвенный ущерб возникает в результате отрицательного воздействия на производительные силы общества в целом, в том числе на человека (рост заболеваемости, инвалидности, сокращение продолжительности жизни и т.д.).

Под **экономическим ущербом** или убытками обычно понимается уменьшение наличного имущества потерпевшего (например, уничтожение или повреждение имущества) и упущенная выгода (не полученные доходы), т.е. те имущественные блага, которые не были получены потерпевшим (владельцем имущества) вследствие причинения вреда. Таким образом, в общем виде проблема оценки ущерба формаль-

*) Мы не рассматриваем пока различные методы оценки экономического ущерба. Как уже отмечалось ранее, в зависимости от того кому причинен ущерб и какие методы используются для перевода натуральных показателей ущерба в экономические - издержки или рыночные ("псевдорыночные") цены - результаты оценки экономической величины ущерба могут сильно различаться [2].

но распадается на две задачи: оценка поврежденного (определение восстановительной стоимости) или приведенного в полную негодность (определение ликвидационной стоимости) имущества и оценка упущенной выгоды, включая и убытки, вызванные неисполнением договорных обязательств. Убытки потерпевшего из-за неисполнения договорных обязательств (без повреждения или разрушения имущества) могут иметь место, например, для предприятий, входящих в единую технологическую цепочку по выпуску какой-либо продукции - авария с повреждением оборудования на одном из них может привести к упущенной выгоде для всех остальных предприятий этой цепочки.

Кроме чисто экономического, различают также и такие категории ущерба, как **экологический, социально-экономический, эколого-экономический** и **эколого-социально-экономический**.

Под экологическим ущербом понимаются экономические и исчисляемые в денежном выражении внеэкономические потери общества, которых можно было бы избежать при оптимальном состоянии природной среды, выводимой из него техногенными воздействиями.

В понятие социально-экономического ущерба вкладывается неоправданное снижение фактического или потенциального имущественного (материального) богатства и темпов социально-культурного развития общества, его отдельных групп и членов (в том числе ухудшение здоровья живущего населения и в ряду будущих его поколений).

Эколого-экономический ущерб заключается в уменьшении объема получаемой продукции или прибыли в результате неблагоприятных воздействий на среду, окружающую хозяйственный объект.

Под эколого-социально-экономическим ущербом понимается неоправданное снижение природно-ресурсного потенциала развития общества (от нарушения экологического равновесия, исчезновения видов животных и растений, ухудшения условий отдыха, обеднения источников промысла и других природных благ и т.п.) в совокупности с социально-экономическим ущербом.

* * *

Для оценки ущерба необходимо знать начальное (до воздействия поражающего фактора) и конечное (после воздействия поражающего фактора) состояние объекта, подвергнувшегося воздействию. При этом для измерения ущерба могут быть использованы различные виды измерителей: натуральный (учет ущерба в натуральной форме), трудовой (затраты рабочего времени, трудоемкость, выработка) и денежный (стоимостной или экономический). Очевидно, что при сравнении разнородных ущербов наиболее универсальным измерителем является денежный; следствием этого является необходимость адекватного перевода натуральных и трудовых показателей в экономические (денежные).

4 Подходы к количественной оценке состояния здоровья

Как правило, риски, касающиеся здоровья и жизни людей, чаще всего выражаются в натуральном исчислении - например, через индексы здоровья [9]. Обычно под здоровьем подразумевают отсутствие болезней и болей, но его можно рассматривать также как оптимальное приспособление организма к окружающей среде. Здоровье людей является не только медико-биологической, но и социальной категорией. Всемирная организация здравоохранения определяет здоровье как состояние полного физического, душевного и социального благополучия. В развернутой формулировке под здоровьем населения понимается совокупность элементов, отражающих как абсолютные показатели, так и характер и степень различных отклонений состояния организма в результате воздействия антропогенных и других факторов окружающей среды на уровне индивидуума, группы, коллектива и популяции [10].

Здоровье характеризуется сочетанием трех компонентов благополучия: физического, психического и социального. Состояние здоровья не есть что-то неизменное, оно может улучшаться или ухудшаться. Обычно улучшение означает расширение активности в установившемся стиле жизни, тогда как под ухудшением состояния здоровья понимается сокращение потенциальной активности. Самооценка здоровья зависит от различных переменных (аппетит, сон, утомление, недомогание, тяжесть работы и т.п.); интеграция разнообразных факторов проявляется как самочувствие.

Элементы, связанные со здоровьем, подразделяются на средовые и индивидуальные. К средовым элементам относятся здравоохранение, безопасность, медосмотры, спорт, назначение лекарств, пересечение временных поясов, характер общества, взаимоотношения с окружающими, увлечения, работа, друзья, досуг, благосостояние, политика, экономика, образование, качество воды, времена года, погода и др.

Индивидуальные факторы включают в себя физическую силу, самочувствие, утомление, развитие, склонности и пристрастия, возраст, сон, эмоциональность, пол, жизнеощущение, питание, личностные качества, религиозность, амбиции.

Здоровье может быть проверено с помощью различных методов – от анализа поведения и медицинских анализов до анализа субъективных ощущений пациента в отношении здоровья. Для оценки состояния здоровья существует ряд количественных методов. Соответствующий показатель называют **индексом здоровья**. Согласно предложению Палаты расчетов индексов здоровья США, индексом здоровья называется показатель, который объединяет данные, относящиеся к двум или нескольким компонентам здоровья, и предназначенный для отражения состояния здоровья индивидуума или определенной группы населения (см., например, [11]).

Индексы здоровья должны удовлетворять следующим требованиям:

- разносторонность, т.е. учет оценок социального, физического и эмоционального состояния;
- положительная ориентация, т.е. возможность отображения не только болезненных, но и хороших, и даже отличных состояний здоровья;
- широкая область применения, а именно - возможность измерения показателей даже при отсутствии обращений в медицинские учреждения;
- чувствительность и точность - индексы должны улавливать существенные различия в состоянии здоровья и обладать высокой воспроизводимостью при измерении через небольшой интервал времени;
- простота, доступность, отсутствие существенных затрат;
- легкость построения индекса по составным компонентам.

Несмотря на то, что к настоящему времени уже имеется ряд предложений по расчету индексов здоровья, о чем будет сказано ниже, тем не менее общепринятых индексов пока еще не выработано.

Информацию, касающуюся здоровья, получают из трех источников: медицинских обследований, субъективных жалоб и стиля жизни.

Для измерения **популяционного индекса здоровья** используются пять методов, отличающихся по уровню сложности; первые два измерения базируются на общей статистике, а три остальных - на социологических опросах [9].

Первый метод оценки популяционного индекса здоровья включает в себя следующие семь компонентов: детская смертность, общий показатель смертности, заболеваемость, частота встречаемости или показатель распространенности, показатель выздоровления после заболеваний, показатель выздоровления после несчастных случаев, ожидаемая продолжительность жизни.

Второй метод включает две шкалы - шкалу ухудшения (нормальное состояние, состояние компенсации, упадок сил, нарушения) и шкалу недееспособности (здоровье, функциональное нарушение, болезнь, смерть), которые следует рассматривать в единстве.

Третий метод разработан Комитетом экспертов по международному определению и измерению стандарта и уровня жизни при ООН. В нем используется пропорциональный показатель смертности (ППС), устанавливающий 122 компонента уровня жизни по следующим позициям: здоровье, в том числе демографические условия; продукты и питание; образование, в том числе грамотность и навыки; условия труда; занятость; совокупное потребление и накопление; транспорт; обеспеченность жильем, в том числе благоустроенность домашнего хозяйства; одежда; отдых и развлечения; социальные контакты; права человека. ППС вычисляется как отношение 50% смертности в популяции людей старше 50 лет к годовому показателю общей смертности.

В *четвертом методе* - Корнельском медицинском индексе (КМИ) - используется субъективный вопросник, включающий 195 компонентов, причем 144 из них являются физическими компонентами, а 50 - психическими.

Наконец, *пятый метод* представляет собой систему определения индекса здоровья популяции, которая включает в себя 46 пунктов, касающихся физического состояния, физического развития, сопротивляемости организма, психического состояния и социальной адаптации.

Что касается измерения **индивидуального индекса здоровья**, то здесь следует отметить четыре метода [9].

Первый из них включает в себя расчет 12 коэффициентов, отражающих такие показатели, как пропуск работы, употребление лекарств, потребление алкоголя, симптомы заболевания и субъективные жалобы.

Второй метод сводится к такой системе контроля, при которой определяется будущее состояние здоровья индивидуума. В числе анализируемых вопросов - обычная жизнь пациента, физическая активность, психическое и эмоциональное состояние, окружающая среда, состояние здоровья в настоящий момент. Регистрируется информация, получаемая по этим пяти вопросам о стиле жизни человека, и затем вычисляются факторы риска. Соотнося факторы риска с информацией, касающейся стиля жизни, можно определить ожидаемую продолжительность жизни. Ожидаемая продолжительность жизни может возрасти, если устраняются факторы риска.

Третий метод измерения индивидуального индекса здоровья предполагает использование вопросника, оценивающего здоровье с позиции утомления. При определении индекса здоровья учитываются жалобы на физическое состояние, психические симптомы и нейросенсорные системы (всего 30 критериев).

Четвертый метод основан на предположении, что здоровье также может рассматриваться как система, обладающая определенными функциями. Если действуют все функции, то индекс здоровья равен 100%. Применительно к этому методу разработан перечень критических функций системы, учитываемых при определении индекса здоровья, и описана процедура расчета индекса.

* * *

Имеется ряд отечественных разработок по формированию показателя, отражающего состояние здоровья населения. В числе таких характеристик часто предлагают использовать **среднюю ожидаемую продолжительность предстоящей жизни** (СОПЖ) [12,13], оцениваемую на основе показателей половозрастной смертности с учетом причин смертности, определяемых либо по медицинской статистике, либо по результатам выборочных санитарно-гигиенических исследований. Но при этом подходе такой важный фактор, как уровень заболеваемости, учитывается лишь опосредствованно - через преждевременную смертность, как следствие заболеваний.

В этой связи в работе [12] предложен **обобщенный показатель заболеваемости** (ОПЗ) для выражения заболеваемости как меры здоровья населения. Этот показатель представляет собой комбинацию таких характеристик, как число зарегистрированных больных в различных половозрастных группах с привязкой к виду заболевания и его относительной тяжести, а также численность населения по половозрастным группам. Относительная тяжесть заболевания определяется исходя из смертности по причинам разных заболеваний. С помощью ОПЗ было проведено сопоставление по заболеваемости административных территорий России по данным 1988 г.

С позиций оценки потерь рабочего времени большой практический интерес представляют методические рекомендации Санкт-Петербургского НИИ радиационной гигиены [14], в которых использован общий подход оценки ущерба здоровью на основе определения **единого индекса вреда** с учетом влияния основных классов заболеваний и их относительного вклада в сокращение продолжительности полноценной жизни вследствие временной утраты трудоспособности или инвалидности.

* * *

Таким образом, изменение состояния здоровья может быть обнаружено путем периодического мониторинга населения по предлагаемым методикам. Но при этом негативное изменение состояния здоровья должно быть соотнесено с опасными воздействиями техногенной сферы, т.е. должна быть определена зависимость "доза-эффект". Определение этой зависимости представляет чрезвычайно сложную задачу, поскольку различные поражающие факторы могут приводить к одним и тем же нарушениям здоровья, и всё это происходит на фоне естественного процесса старения и уже имеющихся заболеваний организма. И, наоборот, один и тот же поражающий фактор может приводить к различным нарушениям здоровья, что не имеет значения для экономических оценок в случае фатального исхода, но может оказаться весьма существенным при ограничении дееспособности человека.

5 Макроэкономические аспекты охраны здоровья

Известно, что уровень безопасности населения в значительной мере определяется экономическими возможностями общества. Согласно односекторной макроэкономической модели, использованной в работах [12,13], национальный доход должен распределяться по трем составляющим, что может быть отражено следующим балансовым соотношением:

$$Q(t) = U(t) + C(t) + Z(t), \quad (5.1)$$

где $Q(t)$ – национальный доход, произведенный в году t , $U(t)$ – объем накопления, $C(t)$ – объем потребления, $Z(t)$ – затраты на обеспечение безопасности населения.

С учётом предположения о пропорциональности производственного накопления и прироста национального дохода в тот же момент времени и независимости динамики потребления и затрат на обеспечение безопасности имеем:

$$Q(t) = F[dU(t)/dt] + C(t) + Z(t), \quad (5.2)$$

где F – капиталоемкость национального дохода.

Таким образом, эти уравнения описывают на макроуровне динамику трех наиболее важных сфер процесса общественного развития – экономической (через показатели национального дохода и накопления), социальной (через потребление) и безопасности (через соотношения Z/U или Z/Q , выражающие степень защищенности среды обитания человека от антропогенного воздействия, связанного с величиной накопления или объемом выпускаемой продукции). Очевидно, что присущий сфере безопасности уровень приемлемого риска будет зависеть как от величины национального дохода, так и от его распределения по этим трем составляющим. От этих величин будут также зависеть стоимость спасения и экономическая эффективность человеческой жизни.

6 Развитие модели макроэкономической оценки ущерба вследствие фатального исхода

6.1 Общие положения и подходы к оценке

Ключевым моментом в макроэкономических оценках ущерба является стоимостная оценка потерянного рабочего времени, которое из расчета на одного человека в случаях хронических заболеваний, инвалидности или смерти может быть соизмеримо с продолжительностью трудоспособного периода, т.е. масштаба 40 лет. Это означает, что при выполнении экономических оценок необходимо использовать дисконтирование. Кроме того, требуется иметь прогноз демографических и социально-экономических показателей на долгосрочную перспективу (40-50 лет). При этом очевидно, что в России самые большие трудности в прогнозировании приходится на ближайшее десятилетие вследствие имеющих место кризисных явлений.

Наиболее распространенным макроэкономическим подходом является стоимостная оценка потерянного рабочего времени через величину ежегодного национального дохода в расчете на одного работающего [15-22]. Национальный доход является частью совокупного общественного продукта, которая содержит вновь созданную в течение года стоимость, и определяется как сумма доходов, которые первоначально получают лица, занятые в материальном производстве. Но в то же время национальный доход не учитывает результаты экономической деятельности в непродуцированной сфере.

Устранить этот недостаток позволяет показатель валового национального продукта (ВНП), введенный в 1988 г. в практику экономических расчетов в бывшем СССР. ВНП представляет собой совокупную стоимость конечных продуктов, которые созданы, распределяются и используются в национальном хозяйстве в течение года. ВНП охватывает конечные результаты экономической деятельности как в производственной сфере, так и сфере услуг и исчисляется как сумма валовой добавленной стоимости (добавленная стоимость есть разница между продажами фирм и их покупками материалов и услуг других фирм) для всех отраслей народного хозяйства.

Иной подход использован в работе [23], в которой текущий годовой вклад работника в общественное производство определяется не всем чистым продуктом, а лишь частью чистой продукции в виде суммы заработной платы и отчислений на социальное страхование, т.е. величиной, которая в экономической действительности отражает вклад трудовых ресурсов в формирование себестоимости продукции.

Подход, изложенный в работе [24], основан на учете потери доли налоговых поступлений в бюджет вследствие снижения прибыли из-за потерь рабочего времени. Для этой цели по данным налоговой инспекции определяется средняя величина налога от прибыли, приходящаяся на один день, отработанный человеком. По сути этот подход оценивает микроэкономические показатели, которые затем могут быть переведены в макроэкономические путем агрегирования.

Еще один концептуальный подход выражения добавочной стоимости (прибыльности) одного года жизни человека, предложенный в работе [25], основан на установлении связи между усредненной по стране стоимостью произведенных одним человеком за год материальных благ и среднегодовой по стране зарплатой одного человека. Стоимость одного года жизни человека определяется как частное от деления среднегодовой зарплаты на коэффициент, характеризующий долю зарплаты от стоимости произведенных благ.

Для оценки ежегодного экономического ущерба, вызванного потерями рабочего времени вследствие ухудшения здоровья, предложен показатель **уровня медико-социального потенциала трудоспособности** (УМСПТ) [20]. Он представляет собой определенное в годовом исчислении процентное отношение числа лет предстоящей трудовой деятельности населения (страны, региона, города и т.д.) к максимально возможному числу лет трудовой деятельности этого же контингента, если она не будет ограничена болезнями и травмами. Разность между максимально возможным числом лет трудовой деятельности и числом лет предстоящей трудовой деятельности есть потери рабочего времени. Умножая эти потери на их удельную стоимость, получают величину ежегодного экономического ущерба. Расчет УМСПТ проводится на основании половозрастных показателей смертности, инвалидности, медико-социальной реабилитации инвалидов и заболеваний с временной утратой трудоспособности, сложившейся на дату проведения расчета.

Для расчета УМСПТ могут быть использованы как результаты специальных социально-гигиенических исследований, так и материалы статистической отчетности органов здравоохранения и социального обеспечения. Недостаток этого подхода заключается в том, что экономические потери определяются некорректно. В случае учета ущерба от длительных заболеваний или летальных исходов нужно не просто складывать потери рабочего времени в виде непрожитых лет, а проводить годовое суммирование экономических потерь в виде произведения количества потерянного рабочего времени на его удельную стоимость с использованием дисконтирования и прогнозируемых во времени удельных стоимостей теряемого рабочего времени.

Более совершенный подход предложен в работе [23], посвященной денежной оценке трудовых потерь от преждевременной смертности населения. Для этих оценок используется обобщенный показатель, названный **экономическим потенциалом человека** (ЭПЧ), который представляет собой приведенную сумму ежегодных стоимостных трудовых вкладов человека на отрезке времени от его текущего возраста до смерти с учетом вероятности дожития до определенного возраста. Прогнозирование значений ежегодных годовых вкладов осуществляется на основе гипотезы о динамике роста производительности труда на 3% в год, что приемлемо лишь в условиях стабильного экономического развития. К сожалению, ЭПЧ не учитывает другие, кроме смертности, повреждения здоровья, которые также приводят к снижению экономического потенциала.

* * *

Таким образом, краткий обзор существующих основных отечественных методических подходов к макроэкономической оценке ущерба при причинении вреда здоровью дает представление о ключевых принципах, на которых базируется такая оценка, и о проблемах, возникающих в процессе разработки методики. Представляется целесообразным максимально использовать этот имеющийся научно-методический базис в последующих разработках.

6.2 Исходные положения моделирования

При разработке модели исходим из того, что как потребляемые, так и производимые человеком блага неравномерно распределены во времени на протяжении всего жизненного цикла индивидуума - от момента рождения и до его смерти [26].

Начальный период развития ребенка - до наступления трудоспособного возраста - целиком обеспечивает семья и общество. В этом возрасте дети только потребляют.

Примерно с 20 лет молодой человек обычно начинает обеспечивать себя своим трудом, вначале частично, а затем создаваемая им доля ВВП постепенно начинает несколько превышать потребляемую. Одновременно резко расширяются человеческие потребности и усиливается желание поскорее их удовлетворить. Это способствует росту профессионального мастерства, качеству работы и повышению производительности.

В возрасте от 30 до 45 лет достигаются наибольшие уровни производительности и потребления. Благодаря наибольшей выработке сумма создаваемого работником дохода в 3-4 раза превышает личное потребление.

Для людей, достигших пенсионного возраста и не прекративших работу на производстве, характерно резкое падение потребления материальных благ, которое лишь частично возмещается вновь создаваемыми продуктами вследствие снижения интенсивности и качества труда.

И, наконец, наступает время полного отдыха, когда заботу о престарелых берут на себя родственники и общество.

Таким образом, в пенсионном возрасте преобладает функция потребления, и с чисто экономической позиции смерть пенсионера приводит формально не к ущербу, а к выгоде за счет сокращения потребления. В настоящее время среди экономистов нет единого мнения, как быть в подобной ситуации. Для того, чтобы избежать отрицательной оценки эффективности человеческой жизни при любой степени трудоспособности, ряд экономистов предлагает не принимать во внимание потребление при определении экономической значимости человеческой жизни (так называемая брутто-оценка, т.е. оценка без учета потребления). Другой подход основан на исключении потребления лишь для пожилых людей. Повидимому, решение этой проблемы возможно в рамках социально-экономического подхода, который выходит за рамки настоящего рассмотрения.

6.3 Описание модели оценки экономического ущерба вследствие фатального исхода

Решим задачу определения ущерба из-за смерти человека в следующей постановке. Определим экономическую эффективность (\mathcal{E} , руб.) жизнедеятельности одного и того же человека для трех случаев:

1. продолжительность жизни человека превышает момент наступления пенсионного возраста и соответствует средней по стране; человек умирает естественной смертью; экономическая эффективность равна \mathcal{E}_1 , руб.;
2. жизнь человека из-за чрезвычайной ситуации (ЧС) обрывается в трудоспособном возрасте до наступления пенсионного возраста; экономическая эффективность равна \mathcal{E}_2 , руб.;
3. жизнь человека из-за ЧС обрывается до наступления трудоспособного возраста; экономическая эффективность равна \mathcal{E}_3 , руб.

Тогда ущерб из-за смерти человека (\mathcal{Y} , руб.) будет равен:

а) для случая смерти в трудоспособном возрасте:

$$\mathcal{Y}_{1-2} = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 \quad (6.1)$$

б) для случая смерти до наступления трудоспособного возраста:

$$\mathcal{Y}_{1-3} = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_3 \quad (6.2)$$

* * *

Рассмотрим следующую последовательность событий в жизненном цикле человека для этих трех случаев (рис.1). Нулевая отметка соответствует моменту рождения человека.



Применительно к первому случаю:

- интервал (0, T_T) представляет период достижения трудоспособного возраста; здесь: T_T - момент начала трудовой деятельности;
- интервал (T_T, T_P) есть период работы человека до момента наступления пенсионного возраста (T_P);
- интервал (T_P, T_K) соответствует пенсионному периоду жизни человека; здесь: T_K - момент естественной смерти.

Применительно ко второму случаю:

- интервал (0, T_T) представляет период достижения трудоспособного возраста;
- интервал (T_T, T_X) представляет период трудоспособного возраста человека до момента T_X - наступления неестественной смерти в трудоспособном возрасте.

Применительно к третьему случаю:

- интервал (0, T_{X1}) представляет период жизни человека до момента T_{X1} наступления смерти, не достигнув трудоспособного возраста.

* * *

Для определения экономической эффективности человеческой жизни Э (что по своей сути является "добавочной стоимостью за жизнь" при чисто экономическом подходе) найдем разницу между приведенными к моменту рождения полной стоимостью всех произведенных человеком благ (А, руб.) и полной стоимостью всех потребленных человеком благ (Б, руб.). Под благами понимаются соответствующие товары и услуги. Очевидно, что производство благ происходит в интервале трудоспособного возраста (T_T, T_P), а потребление благ – в продолжение всей жизни человека.

В общем виде имеем:

$$\mathcal{E} = A - B = \sum_{t=0}^{T_K} A_t (1+E)^{-t} - \sum_{t=0}^{T_K} B_t (1+E)^{-t} = \sum_{t=0}^{T_K} (A_t - B_t) (1+E)^{-t}, \tag{6.3}$$

где: A_t – годовая стоимость благ, произведенных человеком в год t, руб./год; B_t – годовая стоимость благ, потребленных человеком в год t, руб./год; E – норматив дисконтирования (приведения) разновременных затрат, 1/год.

По своему характеру A_t, B_t и E являются функциями времени, поскольку зависят от экономической ситуации в стране. Прогнозирование поведения этих величин на длительную (сравнимую с продолжительностью жизни человека порядка 70 лет) перспективу представляет собой очень сложную проблему и выходит за рамки настоящего обсуждения.

Для удобства дальнейших расчетов перепишем выражение (6.3) в интегральном виде:

$$\mathcal{E} = \int_0^{T_K} (A_t - B_t) e^{-Et} dt. \tag{6.4}$$

Применительно к **первому случаю** приведенная стоимость произведенных человеком благ равна:

$$A_1 = \int_{T_T}^{T_P} A_t e^{-Et} dt. \quad (6.5)$$

Аналогичным образом запишется приведенная стоимость потребленных благ:

$$B_1 = \int_0^{T_K} B_t e^{-Et} dt = \int_0^{T_T} B_t e^{-Et} dt + \int_{T_T}^{T_P} B_t e^{-Et} dt + \int_{T_P}^{T_K} B_t e^{-Et} dt. \quad (6.6)$$

Тогда приведенная к моменту рождения стоимость человеческой жизни будет равна:

$$\mathcal{E}_1 = A_1 - B_1 = \int_{T_T}^{T_P} (A_t - B_t) e^{-Et} dt - \int_0^{T_T} B_t e^{-Et} dt - \int_{T_P}^{T_K} B_t e^{-Et} dt. \quad (6.7)$$

В формуле (6.7) первый член выражает экономический эффект жизнедеятельности человека в трудоспособном возрасте. Второй член представляет затраты на то, чтобы вырастить человека до трудоспособного возраста и подготовить его к производительному труду. Третий член – затраты на обеспечение человека после выхода на пенсию. По грубой аналогии с промышленным объектом, первый член соответствует этапу эксплуатации объекта; второй член характеризует этап сооружения объекта; третий член относится к этапу вывода объекта из эксплуатации.

* * *

Применительно ко **второму случаю**:

$$A_2 = \int_{T_T}^{T_X} A_t e^{-Et} dt. \quad (6.8) \text{П}$$

При определении приведенной стоимости всех благ, потребленных погибшим человеком, учтем "остаточное" (после смерти) потребление домашнего хозяйства, приходящееся на долю иждивенцев, оставшихся без кормильца. Предположим, что на поддержание своих иждивенцев при жизни человека он расходовал k -ую часть от стоимости заработанных им благ ($0 \leq k < 1$), и, будь он жив, они находились бы на иждивении кормильца вплоть до выхода его на пенсию.

Тогда:

$$B_2 = \int_0^{T_T} B_t e^{-Et} dt + \int_{T_T}^{T_X} B_t e^{-Et} dt + \int_{T_X}^{T_P} k B_t e^{-Et} dt. \quad (6.9)$$

Следовательно, экономическая эффективность жизнедеятельности погибшего человека будет равна:

$$\mathcal{E}_2 = A_2 - B_2 = \int_{T_T}^{T_X} (A_t - B_t) e^{-Et} dt - \int_0^{T_T} B_t e^{-Et} dt - \int_{T_X}^{T_P} k B_t e^{-Et} dt. \quad (6.10)$$

Подставив выражения (6.7) и (6.9) в формулу (6.1), получим величину экономического ущерба из-за смерти человека в момент времени T_X :

$$Y_{1-2} = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = \int_{T_T}^{T_P} [A_t - (1-k)B_t] e^{-Et} dt - \int_{T_P}^{T_K} B_t e^{-Et} dt. \quad (6.11)$$

При отсутствии иждивенцев ($k=0$) имеем:

$$Y_{1-2} = \mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 = \int_{T_T}^{T_P} (A_t - B_t) e^{-Et} dt - \int_{T_P}^{T_K} B_t e^{-Et} dt. \quad (6.12)$$

Если не учитывать потребление в пожилом возрасте, т.е. $B_t=0$ при $t > T_P$, то тогда:

$$Y_{1-2} = \mathcal{A}_1 - \mathcal{A}_2 = \int_{T_x}^{T_p} (A_t - B_t) e^{-Et} dt. \quad (6.13)$$

Для случая брутто-оценки, когда потребление вообще не учитывается, выражение для стоимости приведенного ущерба запишется в следующем виде:

$$Y_{1-2} = \mathcal{A}_1 - \mathcal{A}_2 = \int_{T_x}^{T_p} A_t e^{-Et} dt. \quad (6.14)$$

Видно, что при $k=0$ и $B_t=0$ при $t > T_p$ величина ущерба является максимально возможной.

* * *

Применительно к **третьему случаю** - гибели человека до наступления трудоспособного возраста в момент T_{X1} - приведенная стоимость произведенных благ человеком благ равна:

$$A_3 = 0. \quad (6.15)$$

Выражение для потребления запишется в следующем виде:

$$B_3 = \int_0^{T_{X1}} B_t e^{-Et} dt. \quad (6.16)$$

Тогда приведенная к моменту рождения экономическая эффективность человеческой жизни (добавочная стоимость за жизнь) будет равна:

$$\mathcal{A}_3 = - \int_0^{T_{X1}} B_t e^{-Et} dt. \quad (6.17)$$

Отсюда величина экономического ущерба из-за смерти человека в момент времени T_{X1} запишется в следующем виде:

$$\begin{aligned} Y_{1-3} = \mathcal{A}_1 - \mathcal{A}_3 = & \int_{T_r}^{T_p} (A_t - B_t) e^{-Et} dt - \int_0^{T_r} B_t e^{-Et} dt - \int_{T_p}^{T_k} B_t e^{-Et} dt + \\ & + \int_0^{T_{X1}} B_t e^{-Et} dt = \int_{T_r}^{T_p} (A_t - B_t) e^{-Et} dt - \int_{T_r}^{T_{X1}} B_t e^{-Et} dt - \int_{T_p}^{T_k} B_t e^{-Et} dt. \end{aligned} \quad (6.18)$$

При брутто-оценке, когда потребление вообще не учитывается, имеем:

$$Y_{1-3} = \int_{T_r}^{T_p} A_t e^{-Et} dt. \quad (6.19)$$

В этом случае, имеющем непосредственное отношение к детской смертности, экономический ущерб будет максимальным и равным приведенной стоимости произведенных благ на протяжении всего трудоспособного возраста и не зависит от момента смерти.

* * *

Для полноты картины представляет интерес определить разницу ущербов для третьего и второго случаев. При этом будем предполагать, что иждивенцы отсутствуют ($k=0$). Тогда:

$$\Delta Y = Y_{1-3} - Y_{1-2} = \int_{T_r}^{T_x} A_t e^{-Et} dt - \int_{T_{X1}}^{T_x} B_t e^{-Et} dt. \quad (6.20)$$

Из формулы (6.20) видно, что по сравнению со смертью в трудоспособном возрасте, в случае гибели человека до наступления трудоспособного возраста ущерб будет больше на величину произведенных благ в интервале (T_T, T_X) за вычетом потребления в интервале (T_{X1}, T_X) .

Если возвратиться к определению экономической эффективности человеческой жизни \mathcal{E} (формула (6.4)) и предположить, что $B_t = 0$, то с учетом того, что $A_t = 0$ в интервале $(0, T_T)$ до наступления трудоспособного возраста и в интервале (T_P, T_K) после выхода на пенсию, получим:

$$\mathcal{E} = \int_0^{T_K} (A_t - B_t) e^{-Et} dt = \int_{T_T}^{T_P} A_t e^{-Et} dt. \quad (6.21)$$

Видно, что выражения (6.19) и (6.21) совпадают. Таким образом, при брутто-оценке ущерб вследствие смерти до наступления трудоспособного возраста равен "добавочной стоимости за жизнь".

6.4 Анализ возможных решений

Рассмотрим ряд возможных решений выражения (5.21) при различных предположениях относительно входящих в него величин.

* * *

а) Предположим, что $A_t = A_0 = \text{const}$ в интервале (T_T, T_P) . Тогда:

$$\mathcal{E} = \int_{T_T}^{T_P} A_0 e^{-Et} dt = \frac{A_0}{E} (e^{-ET_T} - e^{-ET_P}). \quad (6.22)$$

При $E=0$,

$$\mathcal{E} = A_0 (T_P - T_T). \quad (6.23)$$

Этот же результат получим при выполнении условия $T_P > T_T$, $ET_P \ll 1$, т.е. $E \ll 1/T_P$. Тогда разложив соответствующие экспоненты в ряд, имеем, что

$$e^{-ET_T} - e^{-ET_P} = 1 - ET_T - 1 + ET_P = E(T_P - T_T); \quad \mathcal{E} = A_0 (T_P - T_T).$$

Таким образом, при $A_t = A_0 = \text{const}$ и $0 < E \ll 1/T_P$ дисконтированием можно пренебречь.

* * *

б) Предположим, что A_t экспоненциально возрастает со временем, т.е.

$$A_t = A_0 e^{E_X t}, \quad (6.24)$$

где $1/E_X$ – некоторый характерный период при изменении A_t во времени, *год*.

Если же A_t экспоненциально убывает со временем, то в математических выкладках, сделанных ниже, нужно вместо E_X подставить $(-E_X)$.

Тогда с учетом (6.24) имеем:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= \int_{T_T}^{T_P} A_0 e^{(E_X - E)t} dt = \frac{A_0}{(E_X - E)} (e^{(E_X - E)T_P} - e^{(E_X - E)T_T}) = \\ &= \frac{A_0}{(E_X - E)} e^{(E_X - E)T_P} \left(1 - \frac{e^{(E_X - E)T_T}}{e^{(E_X - E)T_P}}\right); \\ \mathcal{E} &= \frac{A_0}{(E_X - E)} e^{(E_X - E)T_P} (1 - e^{-(E_X - E)(T_P - T_T)}). \end{aligned} \quad (6.25)$$

По аналогии с предшествующим случаем при выполнении более общего условия $E_X(t) = E(t)$ имеем: $\mathcal{E} = A_0 (T_P - T_T)$.

Тот же самый результат получим при выполнении условия: $T_p > T_T$, $(E_X - E)T_p \ll 1$, т.е. $(E_X - E) \ll 1/T_p$. Тогда разложив соответствующие экспоненты в ряд, имеем:
 $e^{(E_X - E)T_p} - e^{(E_X - E)T_T} = 1 + (E_X - E)T_p - 1 - (E_X - E)T_T = (E_X - E)(T_p - T_T)$; $\mathcal{E} = A_0(T_p - T_T)$.

При необходимости, существует возможность найти максимум выражения (6.25) из условия $d\mathcal{E}/d(E_X - E) = 0$, что в итоге приводит к уравнению:

$$\left(\frac{1}{(E_X - E)} - T_p\right)(e^{(E_X - E)(T_p - T_T)} - 1) = (T_p - T_T). \quad (6.26)$$

в) Предположим, что $A_t = A_0(1 + at)$, где $A_0 = \text{const}$; $a = \text{const}$ – годовой прирост величины A_t , *1/год*. При этом сразу заметим, что существует непосредственная связь с рассмотренным выше случаем, поскольку $A_t = A_0(1 + at) \approx A_0 e^{at} = A_0 e^{E_X t}$, при $a = E_X$ и $at \ll 1$. Т.е. фактически здесь рассматривается только линейный участок экспоненциального множителя.

Тогда:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_\Phi + \mathcal{E}_M = \int_{T_T}^{T_p} A_0 e^{-Et} dt + \int_{T_T}^{T_p} a t e^{-Et} dt. \quad (6.27)$$

Согласно (6.22):

$$\mathcal{E}_\Phi = \int_{T_T}^{T_p} A_0 e^{-Et} dt = \frac{A_0}{E} (e^{-ET_T} - e^{-ET_p}), \quad (6.28)$$

$$\mathcal{E}_M = \int_{T_T}^{T_p} a A_0 t e^{-Et} dt = \frac{a A_0}{E^2} [(1 + ET_T) e^{-ET_T} - (1 + ET_p) e^{-ET_p}]. \quad (6.29)$$

При выполнении условия $T_p > T_T$, $ET_p \ll 1$, т.е. $E \ll 1/T_p$, после разложения соответствующих экспонент в ряд, имеем:

$$\mathcal{E}_M = a A_0 (T_p^2 - T_T^2). \quad (6.30)$$

В окончательном виде с учетом (6.28) и (6.29) выражение для \mathcal{E} имеет вид:

$$\mathcal{E} = \frac{A_0}{E} (e^{-ET_T} - e^{-ET_p}) + \frac{a A_0}{E^2} [(1 + ET_T) e^{-ET_T} - (1 + ET_p) e^{-ET_p}]. \quad (6.31)$$

* * *

Подводя итог вышеизложенному, можно сделать следующие замечания относительно требуемой базы данных.

Для экономических оценок ущерба, обусловленного гибелью человека, необходимо знать его демографические данные (возраст и пол), его ежегодный вклад в общественное производство и ежегодную стоимость потребленных благ на отрезках времени, сравнимых с продолжительностью человеческой жизни, а также норматив приведения.

Демографические данные можно получить либо из фактических событий, либо из моделирования возможного инцидента.

Если ограничиться брутто-приближением, без учета потребления, (заведомо завышенная оценка), то в качестве ежегодных вкладов в производство благ можно использовать среднедушевую величину B , *руб/год-чел.* валового внутреннего продукта (ВВП). При этом необходимо иметь долгосрочный прогноз изменения этой величины во времени.

Особое место занимает вопрос о величине и поведении во времени коэффициента дисконтирования применительно к человеку, как рабочей силе, т.е. к его способностям трудиться – совокупности его фи-

зических и духовных сил, которыми он располагает и которые использует в производстве материальных благ и услуг. Поэтому необходимо специальное рассмотрение этого вопроса.

6.5 Выбор норматива дисконтирования для человеческого фактора

По своему смыслу дисконтирование позволяет учесть влияние одновременности затрат и результатов посредством приведения их единому моменту времени. Как указано в работе [27], в отсутствие в настоящее время государственного регламента на норму дисконтирования, предлагается в экономическом анализе риска использовать в качестве временного нормативного значения $(0,05 - 0,1) / год$. Для стран Европейского экономического сообщества целесообразно в экономическом анализе риска использовать норму дисконтирования $0,03 / год$, а не значение $(0,04 - 0,08) / год$, характерное для экономики вообще. При этом для анализа чувствительности и определения роли дисконтирования рекомендуется выполнять для трех значений нормы: $0; 0,03$ и $0,1 / год$. [28].

В работе [29] показано, что дисконтированная стоимость продукции имеет следующие составляющие:

- эксплуатационные издержки;
- затраты на реновацию основных фондов производства (как возмещение физического износа);
- затраты на компенсацию морального износа.

При этом для составляющих стоимости, обусловленных физическим и моральным износом, норматив дисконтирования различен вследствие различной природы износа.

Норматив дисконтирования затрат на реновацию должен удовлетворять требованию, чтобы к концу эксплуатации объекта успеть полностью возместить дисконтированную сумму начальных капиталовложений. Таким образом, норматив дисконтирования будет равен обратной величине проектного срока службы объекта.

Положим, что аналогичный подход можно применить для дисконтирования экономических показателей, непосредственно связанных с человеческим фактором. В качестве первого (и далеко не бесспорного) приближения будем считать, что определяющим является физический износ рабочей силы. Будем исходить из того, что для физического износа рабочей силы характерным временем является продолжительность трудоспособного возраста, т. е. примерно $T_p - T_T = 40$ лет. Как правило, за это время, человек успевает вырастить и обучить детей, т.е. подготовить себе трудовую смену. Причем самая ранняя смена может появиться уже где-то в середине трудоспособного возраста. Будем считать, что характерное время естественного обновления рабочей силы лежит в пределах $T_\Phi = 20 - 40$ лет. Тогда норматив дисконтирования вследствие физического износа рабочей силы будет равен:

$$E_\Phi = 1 / T_\Phi = 0,05 + 0,025. \quad (6.32)$$

В принципе, E_Φ может зависеть как от демографической ситуации в стране, так и от состояния здоровья людей, если ухудшение здоровья приведет к уменьшению продолжительности трудоспособного возраста. Оцененное значение E_Φ близко к норме дисконтирования, которая используется в экономическом анализе риска [2,9,27,28].

7 Количественная оценка экономического ущерба вследствие фатального исхода в макроэкономическом приближении

Предположим, что изменение во времени ежегодного ВВП в расчете на одного занятого в экономике описывается следующей зависимостью, аналогичной рассмотренной в пункте в), т.е.

$$V_t = V_0(1+vt), \quad (7.1)$$

где $V_0 = \text{const}$, руб/чел год; $v = \text{const}$ – показатель ежегодного прироста величины V_t , $1/год$. Здесь нужно отметить, что в реальных условиях показатель v будет зависеть от времени и на различных временных участках может быть положительным (экономический рост), отрицательным (экономический спад) и нулевым. Здесь же мы выбрали заведомо идеализированный случай устойчивого экономического развития с постоянным темпом роста среднедушевого ВВП. Если же $v = v(t)$, то тогда оценки нужно проводить не

так, как это сделано ниже, а с использованием более общей формулы (6.27), где $\mathbf{v}(t)$ войдет в состав подынтегральной функции.

7.1 Оценка экономической эффективности человеческой деятельности

При сделанных выше предположениях в соответствие с формулой (6.31), экономическую эффективность человеческой деятельности ("добавочную стоимость за жизнь") можно представить в виде:

$$\Theta = \frac{B_0}{E_\Phi} (e^{-E_\Phi T_T} - e^{-E_\Phi T_P}) + \frac{VB_0}{E_\Phi^2} [(1+E_\Phi T_T) e^{-E_\Phi T_T} - (1+E_\Phi T_P) e^{-E_\Phi T_P}]. \quad (7.2)$$

Видно, что второй член в этой формуле полностью определяется темпами ежегодного прироста ВВП, т.е. напрямую связан с ростом производительности труда.

Сделаем оценку приведенной "добавочной стоимости за жизнь" или, что то же самое, оценим экономический ущерб от гибели человека, не дожившего до наступления трудоспособного возраста.

Для расчета используем следующие исходные данные:

- юноша в возрасте 20 лет погиб в результате автомобильной аварии в 1997 г.;
- удельный ВВП в расчете на одного занятого в экономике в 1997 г. составлял 41,2 тыс. руб., т.е. $B_0 = 41200 \text{ руб/чел год}$; будем предполагать (вопреки реальной экономической ситуации в России), что темпы ежегодного прироста B_0 постоянны во времени и составляют $v=0,03 \text{ 1/год}$;
- начало трудового возраста $T_T=20 \text{ лет}$, возраст выхода на пенсию $T_P = 60 \text{ лет}$;
- нормативы дисконтирования $E_\Phi = 0,025 - 0,05 \text{ 1/год}$.

Подставив исходные данные в формулу (7.2), получим:

При $E_\Phi = 0,025 \text{ 1/год}$ для первого и второго членов уравнения (7.2) имеем

$$\Theta_{1\Phi} = \frac{41200}{0,025} (e^{-0,5} - e^{-1,5}) = 1648000 \cdot 0,3834 \approx 600000 \text{ руб/чел.}$$

$$\Theta_{2\Phi} = \frac{0,03 \cdot 10000 \cdot 41200}{6,25} [(1+0,5) e^{-0,5} - (1+1,5) e^{-1,5}] \approx 700000 \text{ руб / чел.}$$

Тогда, $\Theta_{\max} = \Theta_{1\Phi} + \Theta_{2\Phi} \approx 1300000 \text{ руб / чел.}$

Аналогичным образом для $E_\Phi = 0,05 \text{ 1/год}$ получим:

$$\Theta_{1\Phi} = \frac{41200}{0,05} (e^{-1} - e^{-3}) = 824000 \cdot 0,3181 \approx 260000 \text{ руб / чел.}$$

$$\Theta_{2\Phi} = \frac{0,03 \cdot 1000 \cdot 41200}{2,5} [(1+1) e^{-1} - (1+3) e^{-3}] = 494400 \cdot 0,5366 \approx 270000 \text{ руб / чел.}$$

Тогда, $\Theta_{\min} = \Theta_{1\Phi} + \Theta_{2\Phi} \approx 530000 \text{ руб / чел.}$

Таким образом, в рамках сделанных предположений экономический ущерб для общества в рублях 1997 г. от гибели одного человека, в самом начале трудоспособного возраста, находится в пределах:

$$\Theta = 530000 + 1300000 \text{ руб/чел.}$$

В пределах изменения коэффициента дисконтирования оценки отличаются в 2,5 раза. Видно, что чем ниже физический износ рабочей силы, которому соответствует меньшее значение E , тем выше "добавочная стоимость за жизнь". Следует также отметить, что в обеих оценках (Θ_{\max} и Θ_{\min}) сделанное предположение о постоянном (3%) приросте ежегодного среднечеловеческого ВВП приводит, грубо говоря, к удвоению результата оценки.

7.2 Примеры оценки экономического ущерба от гибели людей

а) Авария с человеческими жертвами на шахте

В результате взрыва метана и обвала в шахте "Зырянская" в Кемеровской области в 1997 году погибло 67 человек [30].

Оценим экономический ущерб вследствие гибели 67 человек в трудоспособном возрасте. Предположим, что средний возраст одного погибшего равен возрасту среднестатистического гражданина, т.е. 34 годам.^{*)}

Согласно выражению (6.14), ущерб от гибели одного человека в возрасте T_X равен:

$$Y = \int_{T_X}^{T_P} A_t e^{-Et} dt = \int_{T_X}^{T_P} B_0 e^{-E_\Phi t} dt + \int_{T_X}^{T_P} v B_0 t e^{-E_\Phi t} dt.$$

$$Y_{1\Phi} = \int_{T_X}^{T_P} B_0 e^{-E_\Phi t} dt = \frac{B_0}{E_\Phi} (e^{-E_\Phi T_X} - e^{-E_\Phi T_P}).$$

$$Y_{2\Phi} = \int_{T_X}^{T_P} v B_0 t e^{-E_\Phi t} dt = \frac{v B_0}{E_\Phi^2} [(1 + E_\Phi T_X) e^{-E_\Phi T_X} - (1 + E_\Phi T_P) e^{-E_\Phi T_P}].$$

Очевидно, что максимальное значение ущерба получим при минимальном значении норматива дисконтирования (E_Φ) и, наоборот, минимальное значение ущерба - при максимальном значении норматива дисконтирования.

Для $E_\Phi = 0,025$ /год при $T_X = 34$ года и $T_P = 60$ лет имеем:

$$Y_{1\Phi} = \frac{41200}{0,025} (e^{-0,85} - e^{-1,5}) = 1648000 \cdot 0,2043 \approx 340000 \text{ руб / чел.}$$

$$Y_{2\Phi} = \frac{0,03 \cdot 10000 \cdot 41200}{6,25} [(1 + 0,85) e^{-0,85} - (1 + 1,5) e^{-1,5}] = 1977600 \cdot 0,23294 \approx 460000 \text{ руб / чел.}$$

$$Y_{\max} = Y_{1\Phi} + Y_{2\Phi} \approx 800000 \text{ руб / чел.}$$

Аналогичным образом для $E_\Phi = 0,05$ /год получим:

$$Y_{1\Phi} = \frac{41200}{0,05} (e^{-1,7} - e^{-3}) = 824000 \cdot 0,1329 \approx 110000 \text{ руб / чел.}$$

$$Y_{2\Phi} = \frac{0,03 \cdot 1000 \cdot 41200}{2,5} [(1 + 1,7) e^{-1,7} - (1 + 3) e^{-3}] = 494400 \cdot 0,24437 \approx 150000 \text{ руб / чел.}$$

$$Y_{\min} = Y_{1\Phi} + Y_{2\Phi} \approx 260000 \text{ руб / чел.}$$

Тогда макроэкономический ущерб для общества от гибели одного среднестатистического человека в возрасте 34 года равен:

$$Y_{\text{ср}} = 260000 + 800000 \text{ руб/чел.}$$

Следовательно, общий ущерб от рассматриваемой аварии на шахте составляет:

$$Y_{\text{Общ (аш)}} = (260000 + 800000) \times 67 \approx (17000000 + 54000000) \text{ руб.}$$

б) Последствия авиационной катастрофы

В качестве исходных воспользуемся данными из работы [31]:

- в Иркутской авиационной катастрофе 06.12.1997 г. погибли 66 человек, средний возраст погибших как и в предыдущем случае примем соответствующим возрасту среднестатистического гражданина (34 года);
- на этапе эвакуации умерли ещё двое несовершеннолетних (14 и 5 лет).

^{*)} Рассчитывается как частное от деления суммы возрастов всей популяции на ее численность.

При оценке экономического ущерба от гибели двух несовершеннолетних (возраст 14 и 5 лет) необходимо принять во внимание, что в расчете должны быть использованы данные об удельном ВВП в расчете на одного занятого в экономике, начиная с 2003 г. и 2012 г. соответственно. При сделанных предположениях о характере изменения $\mathbf{B}_t = \mathbf{B}_0(1+bt)$, эти обстоятельства можно учесть посредством введения времени недожития до наступления трудоспособного возраста t_0 и замены переменной t на $(t_0 + t)$ в формуле (6.27).

Тогда:

$$\begin{aligned}
 Y &= \int_{T_T}^{T_P} \mathbf{B}_0(1+bt_0)e^{-E_\Phi(t+t_0)} dt + \int_{T_T}^{T_P} \mathbf{B}_0 bte^{-E_\Phi(t+t_0)} dt; \\
 \int_{T_T}^{T_P} \mathbf{B}_0(1+bt_0)e^{-E_\Phi(t+t_0)} dt &= \frac{\mathbf{B}_0}{E_\Phi} (1+bt_0)(e^{-E_\Phi(T_T+t_0)} - e^{-E_\Phi(T_P+t_0)}); \\
 \int_{T_T}^{T_P} \mathbf{B}_0 bte^{-E_\Phi(t+t_0)} dt &= \frac{b\mathbf{B}_0}{E_\Phi^2} [(1+E_\Phi T_T)e^{-E_\Phi(T_T+t_0)} - (1+E_\Phi T_P)e^{-E_\Phi(T_P+t_0)}]; \quad (6.28) \\
 Y &= \frac{\mathbf{B}_0}{E_\Phi} (1+bt_0)(e^{-E_\Phi(T_T+t_0)} - e^{-E_\Phi(T_P+t_0)}) + \\
 &+ \frac{b\mathbf{B}_0}{E_\Phi^2} [(1+E_\Phi T_T)e^{-E_\Phi(T_T+t_0)} - (1+E_\Phi T_P)e^{-E_\Phi(T_P+t_0)}];
 \end{aligned}$$

* * *

Для гибели 14-летнего подростка ($t_0=6$ лет) имеем:

для $E_\Phi = 0,025$ /год

$$\begin{aligned}
 Y_{1\Phi} &= \frac{\mathbf{B}_0}{E_\Phi} (1+bt_0)(e^{-E_\Phi(T_T+t_0)} - e^{-E_\Phi(T_P+t_0)}) = \\
 &= \frac{41200}{0,025} (1+0,03 \cdot 6)(e^{-0,025 \times 26} - e^{-0,025 \times 66}) \approx 640000 \text{ руб / чел.} \\
 Y_{2\Phi} &= \frac{b\mathbf{B}_0}{E_\Phi^2} [(1+E_\Phi T_T)e^{-E_\Phi(T_T+t_0)} - (1+E_\Phi T_P)e^{-E_\Phi(T_P+t_0)}] = \\
 &= \frac{0,03 \cdot 41200}{0,025^2} [(1+0,025 \cdot 20)e^{-0,025 \times 26} - (1+0,025 \cdot 60)e^{-0,025 \times 66}] \approx 600000 \text{ руб / чел.}
 \end{aligned}$$

В итоге имеем:

$$Y_{\max(14)} = Y_{1\Phi} + Y_{2\Phi} \approx 1240000 \text{ руб/чел.}$$

Аналогичным образом получаем оценку для $E_\Phi = 0,05$ /год ($t_0=6$ лет):

$$Y_{\min(14)} = Y_{1\Phi} + Y_{2\Phi} \approx 350000 \text{ руб/чел.}$$

* * *

Подобным образом оценим ущерб от гибели несовершеннолетнего в возрасте 5 лет ($t_0=15$ лет).

Для $E_\Phi = 0,025$ /год получаем:

$$Y_{\max(5)} = Y_{1\Phi} + Y_{2\Phi} \approx 1110000 \text{ руб/чел.}$$

Для $E_\Phi = 0,05$ /год:

$$Y_{\min(5)} = Y_{1\Phi} + Y_{2\Phi} \approx 310000 \text{ руб/чел.}$$

Видно, что с увеличением времени недожития t_0 происходит снижение ущерба, вызванного смертью лиц, не достигших трудоспособного возраста.

Итак, ущерб от гибели двух несовершеннолетних лежит в пределах

$$Y_{nc} \approx (350000+310000) \div (1240000+1110000) = 660000 \div 2350000 \text{ руб.}$$

Тогда общий ущерб от смерти людей при рассматриваемой авиационной аварии будет равен:

$$Y_{\text{Общ (aa)}} \approx (660000 + 2350000) + 66 \times (260000 + 800000) = (17820000 + 55150000) \text{ руб.}$$

Видно, что в пределах изменения коэффициента дисконтирования величина ущерба различается приблизительно в 3 раза.

При курсе рубля в конце 1997 года около 6 рублей за один американский доллар, составляющая экономического ущерба для общества от рассмотренной авиационной аварии вследствие гибели людей (в макроэкономическом приближении) может быть оценена от 3 до 9 миллионов долларов.

8 Выводы и заключение

Таким образом, методом сопоставительного анализа "затраты-выгода" на основе расчета ежегодного среднедушевого производства и потребления благ в макроэкономическом приближении определены приведенные к моменту рождения человека экономическая эффективность его деятельности ("добавочная стоимость за жизнь") и экономический ущерб для общества от гибели человека с учетом его пола и возраста. В брутто-приближении (без учета потребления) проведен анализ возможных математических решений при различных предположениях о зависимости от времени величины ежегодного среднедушевого производства благ (случаи $A_t = A_0 = \text{const}$, $A_t = A_0 e^{E_x t}$ и $A_t = A_0(1+at)$ в интервале трудоспособного возраста).

По аналогии с производственными объектами, сделана попытка оценить норматив дисконтирования при экономических расчетах, непосредственно связанных с человеческим фактором, увязав его с физическим износом рабочей силы. При предположении, что характерное время естественного обновления рабочей силы (смена поколений) лежит в пределах $T_\Phi = 20 + 40 \text{ лет}$, норматив дисконтирования вследствие физического износа рабочей силы принят равным $E_\Phi = 1 / T_\Phi = (0,05 + 0,025) / \text{год}$.

В предположении, что изменение во времени удельного ВВП (на одного занятого в экономике) описывается выражением $V_t = V_0 + vV_0 t$, где v - показатель ежегодного прироста величины V_t , получены аналитические выражения как для экономической эффективности человеческой деятельности за жизнь ("добавочной стоимости за жизнь"), так и ущерба вследствие гибели человека в трудоспособном возрасте. При этом показано, что ущерб от гибели человека до наступления трудоспособного возраста равен "добавочной стоимости за жизнь".

Получено, что в макроэкономическом приближении ущерб для общества от гибели одного среднестатистического человека в возрасте 34 года находится в пределах от 260000 до 800000 рублей (1997 г.).

Широкий диапазон значений в полученных оценках обусловлен пределами изменений коэффициента дисконтирования. Вопрос об определении коэффициента дисконтирования применительно к экономическим оценкам, непосредственно связанным с человеческим фактором, является одним из ключевых, и в этом направлении необходимо провести соответствующие исследования.

В заключение следует отметить, что полученные аналитические выражения для оценки ущерба могут быть использованы и при расчетах потерь ВВП, приходящихся на дни нетрудоспособности в случаях заболеваемости и инвалидности. Аналогичная модель может быть развита и для оценки стоимости **риска** ущерба вследствие смертности и заболеваемости [2], что является предметом дальнейшей работы.

Список литературы

1. *Афанасьев А.А.* Воздействие энергетики на окружающую среду: внешние издержки и проблемы принятия решений // Препринт № ИБРАЕ-98-14. М.: ИБРАЭ РАН, 1998. 56 с.
2. *Афанасьев А.А.* Воздействие энергетики на окружающую среду: 2. Методологические проблемы оценки экономического ущерба // Препринт № ИБРАЕ-99-11. М.: ИБРАЭ РАН, 1999. 39 с.
3. *Ottinger R., Wooley D.R., Robinson N.A. et. al.* Environmental Costs of Electricity / Oceana Publications. New York, London, Rom, 1990. 769 p.

4. Радиационная защита. Публикация МКРЗ N 26: Пер. с англ. / Под ред. *А.А.Моисеева и П.В.Рамзаева*. М.: Атомиздат, 1978. 88 с.
5. *Добрынин А.И., Дятлов С.А., Цыренова Е.Д.* Человеческий капитал в транзитивной экономике: формирование, оценка, эффективность использования. СПб.: Наука, 1999. 309 с.
6. *Ильинский И.В.* Инвестиции в будущее: образование в инвестиционном воспроизводстве. СПб.: Издательство СПбУЭФ, 1996. 163 с.
7. *Реймерс Н.Ф.* Природопользование. Словарь-справочник. М.; Мысль, 1990. 637 с.
8. *Балацкий О.Ф., Мельник Л.Г., Яковлев А.Ф.* Экономика и качество окружающей природной среды. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1984. 190 с.
9. *Ошима М.* Показатель здоровья // в кн. "Человеческий фактор" / Под ред. Г.Сальвенди, т.2. М.; Мир, 1991. С. 475.
10. *Воробьев В.И., Прусаков В.М., Минченко В.А. и др.* Методические подходы к комплексному изучению окружающей среды и здоровья населения в крупных промышленно-энергетических районах с использованием автоматизированных информационных систем. М.-Ангарск: Природа, 1985. 180 с.
11. *Измеров Н.Ф., Лебедева Н.В., Алимova С.Т., Гурвич Е.Б.* Проблемы комплексной оценки здоровья работающих // в кн. "Актуальные вопросы гигиены труда" / Под ред. Измерова Н.Ф. и Касшера А.А. М.: Профиздат, 1981. С. 67-69.
12. *Тихомиров Н.П.* Социально-экономические проблемы защиты природы. М.: Экология, 1992. 238 с.
13. *Быков А.А., Мурзин Н.В.* Проблемы анализа безопасности человека, общества и природы. СПб.: Наука, 1997. 244 с.
14. *Либерман А.Н., Базюкин А.Б., Бронштейн И.Э., Кравцова Э.М.* Оценка ущерба, нанесенного здоровью людей в результате чрезвычайных радиационных ситуаций на территории Южного Урала. Этап III: Подготовка проекта Методических рекомендаций по оценке величины здоровья населения, проживающего на территориях радиационного загрязнения // Отчет о НИР СПб НИИ Радиационной гигиены. СПб.:, 1993. 33 с.
15. *Струмилин С.Г.* Трудовые потери России в войне // Избранные произведения, т.1. М.: Издательство АН СССР, 1963. 483 с.
16. *Струмилин С.Г.* О народнохозяйственной эффективности здравоохранения // Экономические науки, N 5. С. 28.
17. *Урланис Б.С.* Проблемы экономической демографии. Народонаселение: исследования, публицистика. М.: Статиздат, 1976. 240 с.
18. *Шефер Л.Б.* Экономическая эффективность противотуберкулезных мероприятий. М.: Медицина, 1977. 125 с.
19. *Кулагина Э.Н.* Экономическая эффективность охраны здоровья. Горький: Волго-Вятское книжное издательство, 1984. 96 с.
20. *Минздрав СССР.* Временные методические рекомендации по определению социально-экономического эффекта по реализации комплексных и целевых программ, направленных на улучшение здоровья населения. М.: Минздрав СССР, 1986. 56 с.
21. *Минздрав СССР.* Методика расчета экономической эффективности выявления, лечения и реабилитации онкологических больных (методические рекомендации). М.: Минздрав СССР, 1987. 35 с.
22. *Максименко Б.П.* Составляющая ущерба здоровью в полной стоимости электроэнергии АЭС // Подходы к экономической оценке ущербов, связанных с радиационными авариями и загрязнениями. Материалы рабочего совещания 25 апреля 1994 г. Москва / М.: Объединенный Научный Совет РАН по проблемам экологии. Информационный бюллетень, выпуск 2, 1994. С. 61-72.
23. *Репин Н.Е.* Денежная оценка трудовых потерь от преждевременной смертности населения // В сб. "Демографическое развитие Сибири (Прикладной и теоретический аспекты исследования) / под ред. Соболевой С.В. Ин-т экономики и организации промышленного производства СО АН СССР, Новосибирск:1987. С. 26.

24. *Чуканов В.Н., Астафьев О.В., Голко В.Ф. и др.* Проведение комплексной экологической экспертизы территории и здоровья населения г.Каменец-Уральского в 1992 г. // Отчет НИР, ИПЭ УРО РАН, Екатеринбург: 1993. 55 с.
25. *ВИНИТИ.* Проект 5.3 "Разработка требований по обеспечению устойчивости функционирования отраслевых и территориальных звеньев народного хозяйства страны при воздействии дестабилизирующих воздействий ЧС мирного времени" // В кн. "Итоги науки и техники. ГНТП "Безопасность": Концепция и итоги работы 1991-1992 гг.", т.2. М. ВИНТИ. 1993. С. 297.
26. *Борисов Е.Ф., Волков Ф.М.* Основы экономической теории. М.: Высшая школа, 1993. С. 6.
27. *Демин В.Ф., Кутьков В.А., Голиков В.Я., Дунаевский Л.В.* Экономические показатели анализа риска // Атомная Энергия, т.87, вып.6, декабрь 1999 г, С 486-494.
28. *European Commission.* ExternE - Externalities of Energy // European Commission, DGXII Science, Research and Development, JOULE Programme Reports No.1-6 (EUR 16520-16525). Brussels – Luxembourg, 1995.
29. *Кархов А.Н.* Равновесное ценообразование в энергетике на основе дисконтированной стоимости // Препринт № ИБРАЭ-98-07. М.: ИБРАЭ РАН, 1998. 59 с.
30. *ВИНИТИ.* Ежегодный государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. МЧС России, 1997 // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. Обзорная информация. Вып. 9. ВИНТИ, 1998. С. 21.
31. *Корчагин В.П., Нарожная В.Л.* Методические рекомендации по определению экономического ущерба от медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций (людские потери). М.: Всероссийский центр медицины катастроф «Защита», 1998. 41 с.