

Министерство образования и науки Российской Федерации
Уральский государственный экономический университет
Уральская горно-металлургическая компания
Уральский научно-исследовательский и проектный институт
обогащения и механической обработки полезных ископаемых
ОАО «Уралмеханобр»

Я. Я. Яндыганов, Е. Я. Власова,
В. В. Минин, Н. И. Козлова

ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ (проблемы, пути решения)

Под редакцией заслуженного деятеля науки РФ,
профессора Я. Я. Яндыганова

Рекомендовано
редакционно-издательским советом
Уральского государственного экономического университета

Екатеринбург
2014

УДК 574
ББК 65.28
Э 41

Рецензенты:

Российский НИИ комплексного использования и охраны водных ресурсов
(доктор экономических наук, профессор, заслуженный эколог РФ
Н. Б. Прохорова)

доктор технических наук, профессор кафедры природообустройства
Уральского государственного горного университета
Б. М. Александров

Яндыганов, Я. Я.

Э 41 Экстремальная экология (проблемы, пути решения)
[Текст] : [монография] / Я. Я. Яндыганов, Е. Я. Власова,
В. В. Минин, Н. И. Козлова ; под ред. Я. Я. Яндыганова ;
М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. гос. экон.
ун-т. – Екатеринбург : [Изд-во Урал. гос. экон. ун-та], 2014.
– 255 с.

ISBN 978-5-9656-0176-9

Проанализированы особенности природопользования в условиях экстремальных ситуаций. Показаны направления мер по снижению и предотвращению негативного воздействия на условия жизнедеятельности и здоровье человека, а также воздействия результатов антропогенной деятельности при адаптации человека к экстремальным условиям. Названные особенности представлены на примере зон чрезвычайной экологической ситуации со сформировавшимися параметрами природных комплексов, отличающимися от оптимальных, а также на примере замкнутых пространств.

Книга рассчитана на изучающих проблемы природопользования в экосистемах с заметными изменениями в экологической обстановке.

УДК 574
ББК 65.28

ISBN 978-5-9656-0176-9

© Яндыганов Я. Я., Власова Е. Я.,
Минин В. В., Козлова Н. И., 2014
© Уральский государственный
экономический университет, 2014

Оглавление

Введение	5
Глава 1. Экстремальная экология: сущность, факторы формирования, особенности, предупреждение последствий.....	7
Глава 2. Экологические проблемы природопользования в экстремальных условиях (на примере рудничной и шахтной экологии)	25
Глава 3. Эколого-экономические проблемы охраны воздушной среды замкнутых пространств.....	41
3.1. Особенности воздухоохраных мероприятий на рудниках и в шахтах (на примере Верхнекамского бассейна)	45
3.2. Методические подходы к оценке обеспечения экологической безопасности на рудниках (аспект охраны воздушной среды)	53
3.3. Оценка эффективности обеспечения экологической безопасности в замкнутых пространствах	58
3.4. Эколого-экономическое обоснование безопасности в замкнутых пространствах (аспект охраны качества воздушной среды)	68
3.5. Анализ и оценка экономических и социальных проблем экологической безопасности в замкнутых пространствах	84
Глава 4. Экологические, социальные, экономические проблемы в зоне чрезвычайной радиационной обстановки	99
4.1. Специфика оценки экологических и социально-экономических последствий радиационной чрезвычайной ситуации	109
4.2. Оценка опосредованных поставарийных последствий в зоне радиационной ЧЭС.....	124
4.3. Отдаленные социально-экономические последствия радиационной ЧС	143

4.4. Оценка ущерба от опосредованных потерь здоровья населения от радиационных чрезвычайных ситуаций.....	165
---	-----

Глава 5. Оценка мер по решению социально-экономико-экологических проблем в зонах чрезвычайной экологической ситуации (организационно-экономические аспекты)..... 172

5.1. Оценка риска и дополнительных затрат для снижения потерь при экологических авариях и экстремальном загрязнении воздуха и воды в зоне чрезвычайной экологической ситуации	172
5.2. Особенности регулирования природопользования и его эффективность в зоне чрезвычайной экологической ситуации (на примере старопромышленного города)	182
5.3. Управление Целевой комплексной экологической программой в зоне чрезвычайной экологической ситуации....	194
5.4. Методические подходы к оценке предотвращенного ущерба.....	202
5.5. Методические подходы к оценке эффективности системного предупреждения негативных последствий для экосистемы и здоровья человека в экстремальных условиях природопользования	217

Заключение 228

Библиографический список..... 230

Приложение 1. Сведения о водоотливе (шахтном, карьерном и из скважин вертикального дренажа) по субъектам Российской Федерации на 01.01.1997	236
Приложение 2. Инструментарий расчета параметрических характеристик экологического страхования при аварийном загрязнении атмосферного воздуха	238
Приложение 3. Инструментарий оценки риска аварийного загрязнения атмосферного воздуха	241
Приложение 4. Инструментарий определения экономического ущерба, причиняемого реципиентам аварийным загрязнением атмосферного воздуха	243
Приложение 5. Инструментарий расчета параметрических характеристик экологического страхования при аварийном загрязнении водных объектов	248
Приложение 6. Классификация современных методов и технических средств предупреждения экстремальной экологической обстановки в основных отраслях экономики.....	254

Введение

Недостатки в системности обеспечения предупредительных природоохранных мероприятий во времени и в пространстве, необходимость организации природопользования в экстремальных условиях (в зонах, неблагоприятных для ведения хозяйства, проживания людей) приводят к экстремальным условиям природопользования. Основными формами их проявления выступают чрезмерное повышение уровня загрязнения важнейших элементов экосистем (воды, воздуха, почв), экологические чрезвычайные ситуации, формирование зон экологического бедствия.

Мнимая экономия усилий, средств, ресурсов на осуществление своевременных предупредительных мероприятий приводит в последующем к потерям и вынужденным дополнительным затратам в соотношении, достигающем 1:10. Организация природопользования в экстремальных природных условиях (неблагоприятные природно-климатические условия – вечная мерзлота, засушливые районы, зоны горных катастроф и т. д.) обуславливает необходимость дополнительных мер по обеспечению экологической безопасности. Недостатки в этих мероприятиях также сопровождаются крупными народнохозяйственными и зачастую людскими потерями.

В данной монографии представлена попытка анализа и выработки рекомендаций по оценке возможных социально-эколого-экономических потерь и дополнительных вынужденных затрат, особенно при возникновении чрезвычайных экологических ситуаций, а также по оценке возможной социально-эколого-экономической эффективности предупредительных и вынужденных мероприятий в аспекте экстремальной экологической обстановки.

Исследование и анализ изучаемой проблемы в основном представлены в разрезе чрезмерного повышения нагрузки на экосистему в традиционно-природоэксплуатирующих старопромышленных регионах в аспекте решения проблем охраны вод-

ной и воздушной среды в замкнутых пространствах, где осуществляется хозяйственная деятельность, а также в аспекте возникновения случайных экологических ситуаций в результате производственных аварий и катастроф.

Полигоном оценки названных явлений в работе являются рудничные шахтные сооружения и объекты с их воздействием на экосистему и на человека и с необходимыми при этом мероприятиями по охране экосистем и человека, а также широко-масштабные последствия чрезвычайной радиационной обстановки в результате аварий.

Базой оценки стали зоны чрезвычайной экологической ситуации (ЧЭС), замкнутые пространства и зоны чрезвычайной радиационной ситуации, в то время как существует необходимость аналогичной оценки в условиях военных действий, в условиях вечной мерзлоты, Крайнего Севера, в зоне землетрясений, горных катастроф, наводнений, засух и т. д.

В работе предложены рекомендации по максимальному снижению и предотвращению возможных (или сокращению уже наступивших) последствий и оценке их социально-эколого-экономической эффективности.

В подготовке монографии принимали участие профессор Я. Я. Яндыганов, профессор Е. Я. Власова (глава I; глава II – совместно с В. В. Мининым; глава V – совместно с профессором Г. А. Моткиным), В. В. Минин (главы II и III), Н. И. Козлова (глава IV).

Глава 1

Экстремальная экология: сущность, факторы формирования, особенности, предупреждение последствий

Наряду с традиционно сложившимися экологическими условиями, ситуациями и обстановками имеет место экология экстремальная, т. е. экология (взаимодействие в системе «человек – природная среда») с крайними и жесткими параметрами существования живых организмов и человека, в условиях, находящихся на границах толерантности¹, экологической толерантности².

Становление и развитие этого направления экологии было обусловлено рядом обстоятельств: адаптацией к условиям жизнедеятельности и приспособлением к природным условиям и факторам, в том числе целенаправленным использованием методов

¹ Толерантность: 1) способность организмов выносить отклонения факторов среды от оптимальных для них (экологическое) <...>; 2) полное или частичное отсутствие иммунологической реакции – потеря или снижения организмом животного (включая человека) способности вырабатывать антитела, что снижает иммунитет (медицинское). В ряде случаев Т. во втором значении связана с загрязнением среды обитания, особенно в связи с производством биологически активных пищевых добавок. Экологическое и медицинское значения термина Т. противоположны [53].

² Толерантность экологическая – способность организма переносить отклонения экологических факторов от оптимальных для себя; область устойчивого существования вида и/или реализации какой-либо его функции по отношению к конкретному фактору среды или их сочетанию. Организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного экологического фактора и низкий диапазон в отношении другого, причем виды с широким диапазоном толерантности в отношении всех экологических факторов обычно наиболее распространены [13].

и средств взаимодействия между группами людей, а впоследствии и между странами в связи с желанием захватить наиболее выгодные природные ресурсы и территории путем вооруженных действий, применением военных методов.

В самом общем случае факторы, формирующие экстремальную экологию, подразделяются на две основные группы (табл. 1):

- 1) экология в условиях природных аномалий;
- 2) экология в условиях аномалий, созданных и поддерживаемых человеком (антропогенных аномалий).

Т а б л и ц а 1

Классификация факторов экстремальной экологии

Природные аномалии	Антропогенные аномалии
1. Фоновая радиация.	1. Зоны ЧЭС и зоны экологического бедствия.
2. Вулканическая деятельность, землетрясения, гейзеры.	2. Экология милитаризации жизнедеятельности.
3. Вечная мерзлота и низкотемпературные условия Севера.	3. Освоение космоса.
4. Экология засушливых зон и зон наводнения, заболоченности.	4. Экология в условиях политического и геополитического эгоизма.
5. Особенности экологии горных зон (оползни, сели, сход снежных лавин).	5. Загрязнение Мирового океана.
6. Межпланетные взаимосвязи (в том числе приливы, отливы), метеориты, ультрафиолетовые лучи и «озоновые дыры».	6. Обезлесивание и опустынивание в ходе хозяйственной деятельности.
7. Сверхвысокое солнечное облучение, зоны «озоновых дыр», районы с высоким уровнем ветровой обстановки	7. Экология замкнутых пространств (шахты, рудники и др.).
	8. Экология зон техногенных аварий и катастроф

Очевидно, что первая группа факторов представляет собой пассивный характер, т. е. формируется в условиях приспособления человека к аномальным условиям и явлениям с помощью дополнительных усилий, мер, средств. Вторая группа факторов имеет агрессивный характер, сформировалась в результате активных действий и методов, в ряде случаев целенаправленно.

В условиях действия факторов первой группы, имеющих объективный характер, человек адаптируется к условиям естественного фона, обустроивает и улучшает условия ведения хо-

зяйственной деятельности (разработка месторождений полезных ископаемых шахтным и рудничным способом; ведение работ в условиях вечной мерзлоты и суровых условий Севера; ведение хозяйственной деятельности в условиях засушливых или обводняемых территорий, в зоне действия вулканов, гейзеров, при частых явлениях селей, оползней, схода снежных лавин, при повышенном уровне ветровых процессов, приливов, отливов, при частых подъемах уровня воды в водных объектах).

Вторая группа факторов (субъективного характера) формируется и реализуется самим человеком для получения ряда преимуществ в природопользовании и часто имеет локальный, эгоистический характер (желание получить ряд выгод по сравнению с другими группами людей и странами).

Экстремальный характер экологии, складывающейся под воздействием названных факторов, проявляется в форме дополнительных потерь и усилий, затрат на их максимальное предупреждение.

Факторы повышенного фона параметров природной среды и усиления его в результате хозяйственной деятельности. Пригодность человека к этой группе факторов происходило в течение длительного периода и повлияло на его физиологию, на формирование навыков природопользования, в том числе в условиях повышенной естественной радиации. Например, народы, населяющие район Уральских гор, адаптировались к условиям повышенной естественной радоновой радиации, в последующем усиливаемой в основном при проведении медицинских обследований.

В структуру суммарной дозы облучения населения Свердловской области, как и на протяжении многих лет, основной вклад вносят медицинский и природный факторы (табл. 2).

Коллективная эффективная доза от всех природных источников ионизирующего излучения (ИИИ) в 2008 г. составила 14 538 чел.-Зв, что на 4% выше уровня 2007 г. – 13 971 чел.-Зв (2006 г. – 13 982; 2005 г. – 14 089; 2004 г. – 14 318 чел.-Зв). Доля природных источников в суммарной дозе от всех источников за 2008 г. составила 79,2%

Средняя индивидуальная эффективная доза от природных источников в 2008 г. незначительно увеличилась. Изменение до-

зы облучения от природных источников в сторону увеличения обусловлено вариабельностью объемной активности радона-222 и торона-220 во времени.

Т а б л и ц а 2

Основные составляющие коллективной дозы облучения населения Свердловской области и радиационные риски от всех источников облучения в 2008 г. [18]

Дозообразующий фактор	Коллективная доза, чел.-Зв	Вклад в общую дозу, %	Радиационный риск (случаи)
Деятельность предприятий, использующих источники ионизирующего излучения	3,21	0,01	0,23
Глобальные выпадения и прошлые радиационные аварии	39,16	0,22	2,86
Естественные источники ионизирующего излучения	14 538,33	78,95	1 065,0
Медицинские исследования	3 833,29	20,82	280,0
Радиационные аварии, аварийные ситуации	0,01	0,00005	0,00007
<i>Всего</i>	18 414,0	100,0	1 348,0

Следует отметить, что средние индивидуальные дозы природного облучения выше 5 мЗв (5,21 мЗв в год) зафиксированы только в МО «город Каменск-Уральский» и Каменском городском округе.

Вклад облучения от медицинских процедур в общую коллективную дозу населения Свердловской области составляет 20,8%.

На 1 января 2009 г. в лечебно-профилактических учреждениях области эксплуатируется 143 рентгеновских аппарата, или 14% общего их количества, с измерителями доз облучения пациентов, поэтому в основном индивидуальные дозы облучения населения от медицинских процедур определялись расчетным методом.

В целом по Свердловской области парк рентгеновских аппаратов устарел – около 50% такого оборудования имеет срок эксплуатации более 15 лет. В течение года в лечебно-профилактических учреждениях области продолжались работы по оценке

эксплуатационных свойств рентгенаппаратов с последующей наладкой, что также позволило снизить лучевую нагрузку на пациентов.

Уменьшение доз облучения обусловлено корректировкой рационов питания населения территорий области, а также изменением концентраций радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в некоторых основных продуктах питания местного производства. Индивидуальная годовая эффективная дозовая нагрузка от этого фактора в среднем на одного жителя области (0,009 мЗв в год) составляет 1,0% допустимой суммарной дозы от всех источников техногенного облучения.

Текущая надфоновая годовая коллективная доза облучения населения территории ВУРС по Свердловской области в 2008 г. составила 8,4 чел.-Зв (2007 г. – 10,05; 2006 г. – 9,4), причем доза от внутреннего облучения (1,7 чел.-Зв) в основном обусловлена радиоактивным загрязнением вследствие аварии 1957 г. на ПО «Маяк»; доза внешнего облучения (6,7 чел.-Зв) – «чернобыльским» радиоактивным следом.

Особое место занимает фактор приспособления к добыче и использованию природных ресурсов в замкнутых пространствах (шахтах, рудниках и др.), причем в настоящее время с заглублением в несколько сот метров. Такое направление деятельности по приспособлению к естественным условиям потребовало выработки более безопасной технологии (от шахтной добычи и выдачи «на гора» до подземной газификации угля) и усовершенствования технических средств.

Человечество приспособилось к обеспечению жизнедеятельности в зонах вулканических явлений, землетрясений, вырабатывая особые средства. В настоящее время имеет место даже экстремальный туризм в зоны извержения вулканов и гейзеров.

Вечномерзлотный фон на больших пространствах создает необходимость приспособления технических средств в природопользовании с учетом минимизации теплового воздействия, способного привести к усиленному таянию с выделением больших масс метана – второго по значению парникового газа. При этом требует экологической оценки усилившееся в последние годы техногенное воздействие на «ранимую» природу Севера.

Приспособление к специфическим условиям Севера обусловлено дальнейшим продвижением на северо-восток страны для добычи углеводородов (газа, нефти). В ходе освоения ресурсов и хозяйственной деятельности имеет место также приспособление к аномальным естественным условиям – процессам, связанным с характерными для горных территорий экстремальными ситуациями (снежные лавины, селевые потоки, оползни, высокое солнечное излучение, «озоновые дыры», неблагоприятная ветровая обстановка). В то же время с развитием технологий и средств труда человек приспосабливается к использованию солнечной и ветровой энергии, энергии приливов и отливов, даже тепловой разницы между слоями морской воды. В глобальном, планетарном и межпланетарном аспекте человечеству предстоит выработать средства по уменьшению опасности метеоритных дождей, а также воздействия более опасных процессов, таких как крупные метеориты и болиды – «посланцы космоса».

В первой группе факторов особо выделяется фактор замкнутых пространств, поскольку он носит двоякий характер: их использование связано, с одной стороны, с объективной реальностью естественного характера (залеганием полезных ископаемых), а с другой – с созданием искусственных условий обеспечения экологической безопасности при их добыче. Этому фактору в исследовании уделено основное внимание с акцентом на экономико-экологических аспектах.

Вторая группа факторов формирования экстремальной экологии связана с такими главными антропогенными аспектами, как формирование зон ЧЭС и зон экологического бедствия, экология войны, освоение космоса, загрязнение Мирового океана, обезлесивание и опустынивание, создание средств защиты от биологических последствий использования генно-модифицированных объектов и продукции, геополитический эгоизм некоторых стран, а также последствия экологических катастроф и аварий, в основном обусловленных антропогенной деятельностью.

Очевидно, что в настоящее время повседневную опасность представляют катастрофы антропогенной обусловленности, среди которых [13]:

- катастрофа природная и техногенная – событие, сопровождающееся последствиями глобального или регионального

масштабов, сопряженными с нанесением невосполнимого урона природной среде, с многочисленными человеческими жертвами, прямыми экономическими потерями и затратами на ликвидацию последствий от них, возникающими из-за внешних воздействий природного или техногенного происхождения;

- катастрофа природно-техногенная – разрушительный процесс, развивающийся в результате нарушения взаимодействия технологических объектов с компонентами окружающей природной среды, приводящий к гибели людей, разрушению и повреждению объектов экономики и компонентов окружающей природной среды (ГОСТ Р 22.0.03-95);

- катастрофа промышленная – крупная промышленная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей либо разрушения и уничтожение объектов, материальных ценностей в значительных размерах, а также приведшая к серьезному ущербу окружающей природной среде (ГОСТ Р 22.0.03-95).

Объединяющим признаком названных катастроф является их воздействие на экосистемы с экономическими и социальными последствиями;

- катастрофа экологическая: 1) природная аномалия (длительная засуха, массовый мор скота и т. п.), нередко возникающая на основе прямого или косвенного воздействия человеческой деятельности на природные процессы и ведущая к остронеприятным экономическим последствиям или массовой гибели населения определенного региона (пример – Сахельская экологическая катастрофа начала 70-х гг. XX в.); 2) авария технического устройства (атомной электростанции, танкера и т. д.), приведшая к остронеприятным изменениям в среде и, как правило, массовой гибели живых организмов и экономическому ущербу; 3) одно из состояний природы [53].

Экологическая катастрофа может быть предотвращена системой мер по достижению рационального природопользования.

Возникновение экологических катастроф обусловлено как естественными причинами (извержения вулканов, землетрясения, наводнения, засухи, массовое развитие насекомых, пожирющих растения – основу продуктов питания), так и антропогенными, вследствие повреждения, выхода из строя и прекращения возможности эксплуатации технических систем – аварий. При

этом наибольшую опасность представляют радиационные аварии в силу недостаточности методов и средств их максимального предупреждения. Более определенно можно говорить об экологической аварии – результате эмиссии производственными объектами в природную среду опасных и вредных веществ в размерах (масштабах), приводящих к возникновению всеобщей опасности частичного или массового уничтожения свойств среды обитания человека, материальных ценностей и людей;

- аварийный выброс – непреднамеренный выброс загрязняющих веществ в окружающую среду (воду, почву, атмосферу и другие компоненты) в результате аварий на технических системах, очистных сооружениях и т. п. или грубого нарушения технологии производства;

- авария – опасное техногенное происшествие, создающее на объекте, определенной территории или акватории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, а также к нанесению ущерба окружающей природной среде (по ГОСТ 22.0.05). Различают *промышленные* аварии – на промышленном объекте, в технической системе или на промышленной установке, в том числе *проектные промышленные* – промышленные аварии, на которых проектом определены исходные и конечные состояния и предусмотрены системы безопасности, обеспечивающие ограничение последствий аварии установленными пределами, и *запроектные промышленные* – промышленные аварии, вызываемые не учитываемыми для проектных аварий исходными состояниями и сопровождающиеся дополнительными отказами систем безопасности. По видам различаются:

- химические* – аварии на химически опасном объекте, сопровождающиеся проливом или выбросом опасных химических веществ, приводящим к гибели или химическому заражению людей, продовольствия, пищевого сырья или химическому заражению окружающей природной среды;

- биологические* – аварии, сопровождающиеся распространением опасных биологических веществ в количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений, и приводящие к ущербу окружающей природной среде;

гидродинамические – аварии на гидротехническом сооружении, связанные с распространением с большой скоростью воды и создающие угрозу возникновения техногенной чрезвычайной ситуации;

транспортные – аварии на транспорте, повлекшие за собой гибель людей, причинение пострадавшим тяжелых телесных повреждений, уничтожение и повреждение транспортных сооружений и средств или ущерб окружающей природной среде. Транспортные аварии разделяют по видам транспорта, на котором они произошли, и/или по поражающим факторам опасных грузов, например аварии на магистральном трубопроводе, связанные с выбросом и выливом под давлением опасных химических или пожаровзрывоопасных веществ, приводящие к возникновению техногенной чрезвычайной ситуации. В зависимости от вида транспортируемого продукта выделяют аварии на газопроводах, нефтепроводах, продуктопроводах; железных дорогах, на подземных сооружениях;

радиационная – авария на радиационно опасном объекте, приводящая к выходу или выбросу радиоактивных веществ и/или ионизирующих излучений за предусмотренные проектом для нормальной эксплуатации данного объекта границы в количествах, превышающих установленные пределы безопасности его эксплуатации.

Крупная авария, как правило с человеческими жертвами, является катастрофой (ГОСТ Р 22.0.05-94 3.2.1). *Воздействие аварии* – часть общего воздействия на окружающую среду, для которого характерны большие объемы и разовый кратковременный характер. *Последствия аварии* – возникшая в результате аварии экологическая ситуация, наносящая за счет превышения установленных пределов ущерб персоналу, населению и окружающей среде.

Очевидно, что продолжающиеся «системные» сверхэмиссии загрязняющих веществ, частые аварии и даже катастрофы с крупномасштабным и отхватывающим большие территории негативным воздействием формируют зоны чрезвычайной экологической ситуации (ЗЧЭС) и зоны экологического бедствия (ЗЭБ). В первом случае, по мнению авторов, возможна ликвидация (разумеется, не на 100%) значительных негативных последствий на

основе формирования и реализации целевых комплексных экологических программ (ЦКЭП)¹.

Под экологической ситуацией понимается сочетание условий, процессов и обстоятельств природного и техногенного характера, обуславливающих состояние природных или природно-технических систем (СП 11-102-97). Экологическая ситуация – ассоциации экологических проблем в пределах природно-антропогенного ареала. Важнейшей характеристикой экологической ситуации является уровень ее остроты, который, в свою очередь, определяется суммарной оценкой изменений природных свойств и их последствий.

Дальнейшее повышение уровня остроты может сформировать зону чрезвычайной экологической ситуации (хотя авторы более склонны называть это состояние «зона чрезвычайной экологической обстановки», так как ситуация – это набор, сочетание факторов, предпосылок, а обстановка – характеристика качественного состояния экосистемы).

Экологическая ситуация чрезвычайная – территория (акватория), где в результате хозяйственной, военной или другой деятельности происходят устойчивые отрицательные изменения в окружающей природной среде, угрожающие здоровью населения, равновесию естественных экосистем и повреждающие генетические фонды растений и животных (ФЗ «Об охране окружающей природной среды»).

В другом случае имеет место экологическая обстановка, сложившаяся в регионе, в жизнедеятельности организмов, в том числе людей, угрожающая их здоровью, существованию в пределах определенных территорий, обусловленная стихийными природными процессами и явлениями, антропогенными или природно-антропогенными факторами.

¹ Поскольку в нашей стране практика планирования, т. е. целенаправленного установления и поддержания пропорций во всех сферах и отраслях деятельности прекращена, то единственным методом попытки «устранить» эти негативные последствия является объединение усилий и средств ряда природопользователей, использующих общие объекты природы и природные ресурсы, для оптимизации деятельности в системе «общество – природная среда», т. е. целевые комплексные программы [57].

Зона экологического бедствия – территория (акватория), где в результате хозяйственной, военной или другой деятельности, а также естественных катаклизмов произошли глубокие необратимые изменения окружающей природной среды, повлекшие за собой существенное увеличение заболеваемости и смертности населения, нарушение природного равновесия, разрушение естественных экосистем, деградацию флоры и фауны (ФЗ «Об охране окружающей природной среды»). В зоне экологического бедствия допустимый предел состояния среды обитания превышен настолько, что при снятии антропогенных нагрузок падение эффективности хозяйственной деятельности, ухудшение здоровья населения и рост социальной напряженности не прекращаются. Органами ООН такими зонами объявлены регионы Сахель, Большое Мехико, Амазония, Гималаи, Чернобыль. В зоне экологического бедствия прекращается деятельность хозяйственных объектов, кроме связанных с обслуживанием проживающего на территории зоны населения, запрещается реконструкция, строительство новых хозяйственных объектов, существенно ограничиваются все виды природопользования, принимаются оперативные меры по восстановлению и воспроизводству природных ресурсов и оздоровлению окружающей природной среды [13].

Во многих регионах на планете, в том числе в России, природопользование осуществляется в условиях, представляющих значительную угрозу для поддержания благоприятного состояния природной среды. Значительная часть населения проживает, испытывая повышенную или пониженную (по сравнению с оптимальной) температуру, влажность, испытывая дефицит воды, интенсивное обратное воздействие последствий техногенеза самого человека.

Крайними проявлениями этого процесса являются такие характерные формы, как хозяйственная деятельность в условиях повышенного загрязнения элементов природной среды (воздуха, воды, почв) с негативными последствиями, в условиях возникших в результате узковедомственного подхода зон чрезвычайной экологической ситуации, экологического бедствия, в замкнутых пространствах (шахтах, рудниках, других горных выработках с разными масштабами и проявлениями связи с открытой экосистемой), в зонах катастроф, аварий.

Осуществление хозяйственной деятельности, поддержание при этом оптимальных условий жизнедеятельности и проживания сопровождаются дополнительными усилиями, затратами. Уровень осуществления этих мер и обуславливает саму возможность продолжения природопользования с меньшими или большими последствиями для здоровья человека и изменениями уровня удовлетворенности его потребностей.

Масштабы мер по поддержанию и восстановлению необходимых условий зависят от того, насколько велики изменения в показателях и параметрах по сравнению с первоначальным природным состоянием (параметрами, оценочными показателями, принятыми критериями), т. е. по сравнению с «бывшими», или «экс», полагая смысл «экс» как бывшего, потерявшего, снизившего ранее имевшее место состояние, положение. Последнее может быть утеряно:

- естественным образом по природным причинам, тогда человек пытается воспользоваться природной средой, приспособившись или дополнительно создавая условия для этого;

- в результате антропогенной деятельности, с дополнительными усилиями и затратами на ликвидацию последствий и «восстановление» первоначального состояния, параметров (хотя на 100% человек этого сделать не может, так как он – только часть общего, а меньшая часть может только меньше).

Иными словами, необходимо сравнение, сопоставление масштабов изменений, учитывая крайние, предельные параметры и показатели, т. е. выявление признака *экстремальности*.

На этой основе логическим продолжением процесса является необходимость *экологизации* деятельности, понимаемая как вынужденный процесс неуклонного и последовательного внедрения систем технологических, управленческих и других решений, позволяющих повышать эффективность, удовлетворенность от использования естественных ресурсов и условий наряду с улучшением или хотя бы сохранением качества природной среды (или вообще среды жизни) на локальном, региональном и глобальном уровнях (от отдельного предприятия до техносферы).

Такая предпосылка и концепция оценки проблем экологической безопасности в экстремальных условиях предопределяет и оценку результативности мер по ее обеспечению. Очевидно,

что усилия в этом аспекте существенно различаются в случае так называемого «установившегося» процесса загрязнения основных элементов природного комплекса – факторов жизнеобеспечения (водная среда, воздушная среда, почвы), и в случае «залповой» эмиссии загрязнений при авариях, катастрофах. Если в первом случае в основном требуются усилия по экологизации жизнедеятельности (в том числе производств), то во втором – экстренные меры по попытке ликвидировать нанесенные последствия с учетом их долговременного действия в силу диффузии их во все элементы природного комплекса.

Поскольку всегда имеет место недостаток ресурсов по достижению названных целей, авторы считают, что пути решения проблемы могут быть представлены как:

- разовые крупномасштабные мероприятия по попытке ликвидировать последствия при авариях, катастрофах;
- системные затраты по традиционной «очистной технологии природопользования», применяемой пока повсеместно и малоэффективной;
- создание механизма максимального предупреждения самих потенциальных последствий путем внедрения малоотходных и ресурсосберегающих технологий.

Последний может опираться, на взгляд авторов, на единственно возможное направление – рентное природопользование, когда при получении выгоды от природоэксплуатации часть ее целенаправленно и системно, в ходе самой природоэксплуатации (не оставляя «на потом» попытку ликвидировать уже нанесенный ущерб) позволяет осуществлять за счет этих средств предупредительные (превентивные) мероприятия по воспроизводству и охране природных ресурсов и объектов [61].

Поскольку в данном издании предметом является экономическая категория «природопользование» с его сопровождением необходимыми при этом экономическими дефинициями, то основное внимание уделено трансформации именно экономического содержания природных ресурсов и самих экономических категорий.

Такая трансформация предопределяет превращение категории «потребительские свойства» природных ресурсов и объектов в категорию «потребительная стоимость» в результате це-

ленаправленной трудовой деятельности в процессе их вовлечения в воспроизводственный процесс, а в дальнейшем – в процессе обмена (участия в системе межотраслевого, межрегионального разделения труда) – в категорию «стоимость», в природно-ресурсную ренту.

Как и в базовом аналоге, процесс трансформации природных ресурсов обусловлен не человеком (ну и, конечно, не богом, как внушает религия), а свойствами самих трансформируемых природных ресурсов.

И поскольку они даны человеку объективно, во множественном разнообразии (как свойства большого, единого целого), то человек (как часть целого) с приложением даже небольших усилий вызывает «цепную реакцию» этих самых *потребительских свойств*, превращаемых в результате приложения труда в *потребительскую стоимость*. Это происходит по законам синергетики [67], в соответствии с которыми результат влияния отдельного фактора (небольшого по масштабам) оказывается большим, даже если иметь в виду сумму отдельных факторов воздействия. Применительно к рассматриваемому процессу трансформации природных ресурсов и производных от него экономических категорий очевидно, что даже небольшое приложение труда к первоначальным (объективным) потребительским свойствам природных ресурсов обеспечивает результат (потребительские стоимости), многократно превосходящий размеры и масштабы приложения труда. Причем эта трансформация происходит по принципу триггера, т. е. скачкообразно по воздействию извне, как «взрыв» свойств, потребительных стоимостей (рис. 1)¹.

Этот эффект очень удачно использовала Япония, не обладающая значительными природными ресурсами, но сконцентрировавшая огромный результат научно-технического прогресса в виде патентов на новейшую технологию. В то же время очевидно и другое: даже владение результатом НТП (небольшой частью единого целого – природы) оказалось бессильным по

¹ Это дает основания утверждать, что богата та страна, которая вывозит не природные ресурсы, а «труд». Более того, страны, получающие подготовленное сырье (полуфабрикаты), богатеют еще больше за счет оставления «грязи» (отходов добычи и первичной обработки) у поставщиков.

сравнению с силой природы – возмущениями в земной коре и тектоническими процессами Земли в этом регионе.

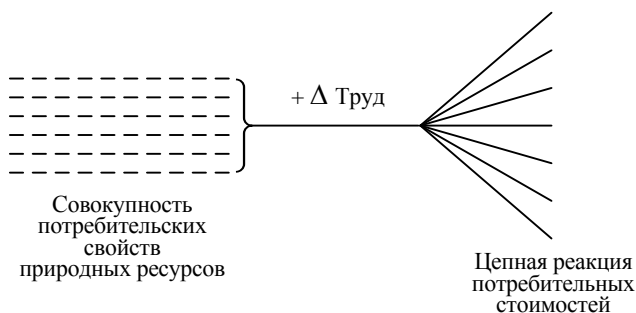


Рис. 1. Трансформация свойств природных ресурсов в процессе природопользования (по законам синергетики и триггерного эффекта)

Экономической сущностью (содержанием) трансформации природных ресурсов в ходе удовлетворения потребностей является формирование природно-ресурсной ренты (рис. 2).

При оценке этого процесса необходимо исходить из следующих концептуальных положений:

1) как сами природные ресурсы, условия, объекты, так и их качества (основа потребительских свойств) созданы объективно, без участия человека. Причем каждый ресурс и объект природы обладает бесконечным количеством качеств, которые раскрываются по мере получения новых знаний, создания новых технологий их использования;

2) поскольку эти качества (так же, как и сами природные ресурсы, условия, объекты) находятся в корреляционной зависимости, то они формируют новые общие свойства по закону эмерджентности;

3) в процессе природопользования многообразие потребительских свойств природных ресурсов трансформируется в потребительную стоимость, причем незначительное количество труда вызывает «цепную реакцию» потребительной стоимости по закону синергетизма и триггерного эффекта;



Рис. 2. Алгоритм (принципиальная схема) формирования и использования природно-ресурсной ренты

4) потребительной стоимости создается гораздо (кратно) больше, чем было затрачено труда на добычу и первичную обработку ресурса, т. е. часть стоимости характеризуется как разница между стоимостью, создаваемой трудом, и объективно данной природой ценностью, обуславливая значимость получа-

емого при этом сырья, материалов, энергии на основе потребительских свойств ресурсов;

5) дополнительная потребительная стоимость создается без предпринимательской деятельности, и это носит название природно-ресурсной ренты;

б) исходя из вышеприведенного, эта «незаработанная» ценность должна быть реализована в пользу собственника самих природных ресурсов, объектов, т. е. населения страны, через государственную деятельность по ее изъятию (для последующего использования) (см. рис. 2).

Как уже было сказано ранее, в данном исследовании поставлена цель – обосновать не сам процесс изъятия природно-ресурсной ренты в пользу собственника, а необходимость оставления части природно-ресурсной ренты у природопользователя для последующего инвестирования в рациональное природопользование (более конкретно – в процессы воспроизводства и охраны природных ресурсов).

Этот подход имеет объективную основу:

1) без трудовой, целенаправленной деятельности природопользователя-предпринимателя невозможна реализация (выявление, создание) природно-ресурсной ренты;

2) в ходе ее создания специфические основные фонды – природные ресурсы и объекты – «изнашиваются», теряют первоначальные свойства, могут деградировать и даже исчезнуть физически как объект природопользования. Поэтому как и основные фонды, созданные трудом, они нуждаются в амортизации, которую необходимо осуществлять, расходуя часть полученной природопользователем природно-ресурсной ренты;

3) это доказывается безуспешной попыткой ликвидировать нанесенный ущерб экосистеме, а значит, и ее реципиентам. Реально эффективно то, что способствует предупреждению последствий в процессе природопользования. Более того, оставление «на потом» не только малорезультативно, но обычно и бесперспективно. Поэтому всякая попытка объяснить проблему охраны и воспроизводства природных ресурсов «нехваткой финансирования» на строительство очистных сооружений несостоятельна, так как:

- если без использования природных ресурсов и объектов не может происходить воспроизводство ни продукции, ни средств производства, ни главной производительной силы, то без поддержания их в «работоспособном» состоянии это также невозможно;

- «недостающие» финансовые ресурсы должны быть основаны на части природно-ресурсной ренты, направляемой для «амортизации» специфических основных фондов (природных ресурсов и объектов).

Глава 2

Экологические проблемы природопользования в экстремальных условиях (на примере рудничной и шахтной экологии)

В условиях замкнутых пространств (таких, как шахты, рудники и другие подземные выработки) основными факторами дискомфорта пребывания человека являются:

- негативное воздействие на людей самого пространства, его ограниченность и факторы угнетения движения, деятельности в целом, психологического состояния, поскольку при этом резко ограничивается связь с элементами природного комплекса, объективной составляющей существования и жизнеобеспечивающих условий;

- негативное воздействие измененного по отношению к открытым экосистемам состава воздуха, также являющегося объективной основой функционирования и поддержания условий жизнедеятельности человеческого организма, который требует системного обмена с атмосферой открытой экосистемы, очистки от вредных составляющих, поддержания температурных условий;

- негативное воздействие значительных объемов влаги и шахтных вод с высокой концентрацией примесей, которые требуется постоянно удалять в открытую экосистему.

Кроме того, при осуществлении хозяйственной деятельности в замкнутых пространствах всегда присутствует риск (опасность) аварий и катастроф, вызываемых скоплением газов, разрушением (под действием воды и в результате механического воздействия при проведении работ) пластов, «кровли», поскольку

ку работы обычно проводятся на больших глубинах от поверхности земли. Экстремальность природопользования (экологических взаимосвязей) при эксплуатации замкнутых пространств (рудников, шахт) связана прежде всего с выемкой из недр больших масс пород, «не содержащих» или «содержащих в небольших количествах» полезные ископаемые, часто называемые «пустыми породами». Ежегодное извлечение пород на планете составляет 150 млрд т горной массы, из которых считаются «полезными» 20 млрд т. Очевидно, что «неполезных» природных ресурсов не бывает, тем более что в этих «неполезных» ископаемых содержится масса веществ и элементов, вовлечение которых в хозяйственный оборот может превышать «полезность» извлекаемого и используемого объема¹.

Следствием изложенного выше являются истощение недр, огромные массы «отходов», накапливаемых вблизи разработки месторождений, и в не меньших масштабах негативно воздействующих на все элементы экосистемы: водную, почвы, воздух, растения, животных. Очевидно и то, что в этих экстремальных условиях природоэксплуатации общество несет огромные потери, но при ведомственном подходе эти необходимые природоохранные затраты «не идут в счет», полагаясь на большой природно-ресурсный и ассимиляционный потенциал экосистемы России.

Рассмотрим подробнее экологические проблемы водопользования в экстремальных условиях (на примере рудничной и шахтной экологии).

Наиболее характерным и изученным проявлением экологии замкнутых пространств выступает необходимость охраны водных ресурсов в силу их взаимосвязи (подземных, шахтных вод, откачиваемых на поверхность с целью создания и поддержания благоприятных условий для проведения работ и для человека) и «ведение» водного хозяйства в них. При этом вынужденный шахтный водоотлив, осушение карьеров, рост отбора подземных вод для водоснабжения привели к необратимым изменениям

¹ Классическим примером можно считать добычу ванадийсодержащего железорудного сырья на Качканарском месторождении, где исходная концентрация железа не превышает 17%. Если бы не ванадий, это производство было бы абсолютно неэффективным и, возможно, даже не состоялось бы.

взаимосвязи поверхностных и подземных вод – сокращению подземного питания рек и, соответственно, снижению речного стока, «привлечению» речного стока к шахтам, карьерам, водозаборам). Следует отметить, что в количественном отношении речной сток изменяется мало, поскольку существует обратный сброс в реки (привлечение к водопонижительным системам упругих и емкостных запасов водоносных горизонтов и глубинного подземного стока), нередко превышающий величину отбора.

Основные проблемы обусловлены перераспределением речного стока по долине реки и загрязнением речных вод неочищенными или недостаточно очищенными стоками шахтного водоотлива.

Коренное нарушение условий взаимосвязи подземных и речных вод проявляется прежде всего в пределах техногенных региональных депрессионных воронок и зависит не от отбора на отдельных водозаборах, а от суммарного водоотбора, формирующего мощное региональное понижение уровня подземных вод. Снижение уровня подземных вод ниже уреза реки приводит к полному «перехвату» подземного питания, существовавшего до начала эксплуатации водоносных горизонтов. Поэтому, наряду с развитием традиционных и новых методов изучения взаимосвязи поверхностных и подземных вод в естественных условиях, необходимо решить целый комплекс задач, позволяющих оценить взаимовлияние поверхностных и подземных вод при техногенном воздействии и учесть их качественные изменения [54].

Большие объемы вод рудничного и шахтного водоотлива в настоящее время не находят применения и создают дополнительную угрозу экосистемам. Основными причинами здесь являются:

- продолжающаяся практика ведомственного подхода, проявляющегося в том, что каждому участнику водного хозяйства и водопотребителю выгоднее организовать водоснабжение из «своего, нового, естественного» источника, нежели заниматься подготовкой к эксплуатации тех же рудничных и шахтных вод;
- в условиях ведомственного, эгоистичного подхода к водопотреблению отсутствует заинтересованность в создании водоводов по передаче больших объемов воды для коллективного, комплексного пользования;

- ведомственность, эгоистичность самого подхода к природопользованию, когда «добытчики» полезных ископаемых заинтересованы только в этом, не учитывая возможных негативных последствий для всей экосистемы;

- нерегулируемое накопление масс воды вблизи разрабатываемых месторождений приводит к водопритоку в соседних зонах (на других участках) разработки («это уже не мой участок»).

Водоотлив из горных выработок эксплуатируемых месторождений полезных ископаемых зависит от притоков подземных вод, дренируемых этими выработками. Притоки, в свою очередь, определяются множеством факторов (табл. 3).

Эксплуатация горных предприятий, как подземных (шахты, рудники), так и поверхностных (карьеры), сопровождается в подавляющем большинстве случаев водоотливом, направленным на осушение горных выработок. При этом диапазон водопритокков и, соответственно, производительность водоотлива очень сильно различаются на разных месторождениях. Многие предприятия работают практически в «сухих» условиях, и величина водоотлива из горных выработок здесь ничтожно мала. Практически «сухими» являются также горные выработки, функционирующие в условиях многолетнемерзлых пород, промороженных до $-3...-4$ °С и эксплуатируемых без оттаивания. На «пике» производительности суммарный приток в шахты Подмосковского угольного бассейна достигал 65 тыс. м³/ч, а приток в отдельные шахты – 3–5 тыс. м³/ч. На Северо-Уральских бокситовых рудниках (СУБР) в 1940–1950-е гг. максимальный приток в горные выработки составлял 20,5 тыс. м³/ч. Однако позже, после ввода в действие Южного и Северного дренажных узлов, суммарный водоприток в шахты СУБР бал равен в среднем 10,0 тыс. м³/ч в 1963 г.; 5,5 – в 1965 г.; 4,0 тыс. м³/ч – в 1968 г. [11].

Таблица 3

**Типизация месторождений твердых полезных ископаемых
по степени сложности их гидрогеологических условий [11]**

Характеристика гидрогеологических условий	Категория сложности гидрогеологических условий		
	Простые	Средней сложности	Сложные
Обводненность и фильтрационные свойства горной массы, коэффициент водообильности	Обводненность пород слабая; K_f – сотые, реже десятые м/сут; $K_{\text{водооб}}$ до 2–3 м ³ /т	Обводненность пород значительная; K_f от 0,1–0,2 м/сут; $K_{\text{водооб}}$ до 7–8 м ³ /т	Обводненность пород повышенная; $K_f > 3–5$ м/сут; $K_{\text{водооб}} > 8$ м ³ /т
Наличие постоянно действующего интенсивного источника поступления воды (река, обводненный высокопроницаемый перекрывающий горизонт и т. д.)	Отсутствует	Возможная связь с источником питания затруднена (например, источник питания отделен породами слабой водопроводимости)	Связь с источниками питания (река, озеро, водообильный перекрывающий горизонт) прямая
Глубина выработок, величина постоянных водопритоков и срабатываемых напоров подземных вод	Глубина выработок небольшая – до 200–300 м; постоянные притоки составляют десятки, реже – первые сотни м ³ /ч; срабатываемые напоры – до 150–200 м	Глубина выработок – до 500–600 м при небольшой (до 100 м) мощности водоносного горизонта или зоны экзогенной трещиноватости. Водоприток – от первых сотен до 1,0–1,5 тыс. м ³ /ч; величина срабатываемых напоров – до 400–500 м	Глубина выработок превышает 500–600 м, мощность водоносного горизонта или зоны трещиноватости – значительная (водопроводимость более 300 м ² /сут. Водоприток свыше 1,0 до 10 тыс. м ³ /ч и более; величина срабатываемых напоров – от 700–800 до 1 200 м, до 1 500 и более

Характеристика гидрогеологических условий	Категория сложности гидрогеологических условий		
	Простые	Средней сложности	Сложные
Условия питания водоносных горизонтов, обводняющих месторождение	Месторождение в аридной или полуаридной зоне; сумма атмосферных осадков – не более 300–400 мм, поверхностный сток рек до 1–2 мес./год	Месторождение в переходной по увлажнению зоне; сумма осадков – 300–600 мм, меженный сток рек близ месторождения – до 1 м ³ /с	Месторождение в гумидной зоне, сумма осадков – свыше 600 мм, меженный сток рек – более 2–3 м ³ /с
Тектоническая нарушенность горных пород	Месторождение сложено рыхлыми породами; в скальных и полускальных – нарушенность слабая; внезапных прорывов подземных вод из ослабленных зон не наблюдается, либо они составляют первые (первые десятки) м ³ /ч	Горные породы нарушены тектонически ослабленными зонами, что приводит при их вскрытии к внезапным прорывам подземных вод и увеличению водопритоков на десятки – первые сотни м ³ /ч	Горные породы заметно нарушены тектоническими процессами; ослабленные зоны интенсивно обводнены, их вскрытие приводит к прорывам подземных вод и увеличению водопритоков на тысячу м ³ /ч и более
Применение специальных методов проходки горных выработок (бурение опережающих скважин, замораживание и т. д.)	Обычно не применяются	В основном применяется бурение опережающих скважин при вскрытии ослабленных зон, другие специальные методы проходки применяются редко	Практически вся проходка ведется с бурением опережающих скважин; широко применяются другие специальные методы (замораживание, создание цементных завес и т. д.)

Характеристика гидрогеологических условий	Категория сложности гидрогеологических условий		
	Простые	Средней сложности	Сложные
Минерализация и химический состав подземных вод	Воды пресные или слабосоленоватые (минерализация – до 3 г/л), не содержат компонентов, превышающих нормы ГОСТ и СанПиН; проблем с водоотведением не возникает	Минерализация подземных вод – до 5–6 г/л, что при значительных (сотни м ³ /ч и более) количествах извлекаемой воды может создавать трудности с водоотведением. В воде могут содержаться отдельные вредные компоненты в количествах, превышающих нормы ГОСТ или СанПиН	Минерализация откачиваемой воды составляет десятки и сотни г/дм ³ ; в воде в больших количествах содержатся вредные микроэлементы (свинец, мышьяк и др.), что, как правило, создает большие трудности в решении проблем водоотведения
Агрессивность подземных вод по отношению к конструкционным материалам	Воды неагрессивные или столь слабоагрессивные, что не требуются никакие специальные меры (применение сульфатостойких цементов и др.)	Подземные воды умеренно агрессивны к некоторым конструкционным материалам, например бетону. Необходимо применение сульфатостойких цементов, иногда – замена железных деталей алюминиевыми или из нержавеющей стали, защита антикоррозийными покрытиями	Подземные воды агрессивны ко всем конструкционным материалам (бетон, металлы). Требуется: применение специальных цементов, защитных покрытий металлических деталей; постоянное наблюдение за их состоянием

Характеристика гидрогеологических условий	Категория сложности гидрогеологических условий		
	Простые	Средней сложности	Сложные
Карстовые процессы	Проявление карста и карстовые процессы отсутствуют или слабо проявлены на небольших (первые десятки метров) глубинах ($A < 0,001$)	Карстовые процессы развиты умеренно, как правило, до глубины местных базисов эрозии; вскрытие обводненных карстовых зон приводит к увеличению водопритоков до сотни м ³ /ч ($0,01 > A > 0,001$)	Карстовые процессы развиты на глубину сотен метров (глубинный карст); вскрытие карстовых зон характеризуется дополнительными притоками в тысячи м ³ /ч ($A > 0,01$)
Мерзлотные условия	Месторождение расположено вне криолитозоны	Месторождение расположено в зоне островной маломощной многолетней мерзлоты (это иногда приводит к прорывам воды в горные выработки) или в зоне сплошной мерзлоты с температурой пород ниже -4 °С (при эксплуатации горных выработок без оттаивания)	Месторождение в рыхлых породах с чередованием мерзлых и талых разностей, с повышенной льдистостью, протаиванием мерзлоты в процессе эксплуатации

В целом по Российской Федерации в 1980-х – первой половине 1990-х гг. водопритоки в горные выработки стабилизировались на уровне 62–68 тыс. м³/с, или 5,35–5,88 млн м³/сут. Так, суммарные водопритоки в горные выработки и вертикальный скважинный дренаж составили, тыс. м³/сут: в 1986 г. – 5 452,4; в 1994 г. – 5 887,3; в 1995 г. – 5 848; в 1996 г. – 5 334,4¹. Сюда включены также данные отбора воды при вертикальном дренаже, однако доля этого отбора в общем объеме очень мала [11].

Распределение отбора водопритоков в горные выработки по субъектам Российской Федерации приведено в табл. 4 (данные ГИЦ ВСЕГИНГЕО). Наибольшие водопритоки в горные выработки характерны для тех субъектов Российской Федерации, в которых развита горнодобывающая промышленность – Кемеровская, Свердловская, Челябинская, Мурманская, Ростовская, Московская, Белгородская области и Республика Бурятия.

В пяти экономических районах подземные воды, извлекаемые в шахтах, карьерах и скважинах вертикального дренажа, частично используются: в Центрально-Черноземном – 91%; Поволжском – 81; Восточно-Сибирском – 39; Западно-Сибирском – 21; Уральском – 12%. В остальных районах дренажные воды почти полностью сбрасываются в поверхностные водоемы и водотоки.

Качество подземных вод, извлекаемых при осушении горных выработок, чрезвычайно разнообразно: от пресных (Североуральские бокситовые рудники, горные предприятия Кольского полуострова и Подмосковского угольного бассейна и т. д.) до вод, имеющих минерализацию от нескольких г/л, а иногда более 100 г/л (многие угольные бассейны, карьеры трубки «Мир» в Якутии, карьеры Коршуновского месторождения в Иркутской области и др.). Наряду с этим подавляющая часть шахтных вод (до 90%) загрязнена взвешенными веществами, а на многих угольных шахтах и колчеданных месторождениях формируются кислые воды с рН до 2–3, повышенным содержанием сульфатов и тяжелых металлов.

Крупномасштабным источником загрязнения поверхностных водоемов и водотоков являются дренажные воды. Выделя-

¹ Данные Геоэкологического информационного центра (ГИЦ) ВСЕГИНГЕО.

ются следующие основные загрязняющие вещества: взвешенные частицы, хлориды, сульфаты, железо, фенолы, нефтепродукты и др. Кроме того, в водах нередко определяются тяжелые металлы – медь, свинец, цинк, марганец, никель, а также синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) и т. д.

Начиная с середины 1990-х гг. в серьезную проблему превращается закрытие нерентабельных угольных шахт. Связанное с этим прекращение водоотлива приводит к подъему на поверхность минерализованных вод, что, в свою очередь, вызывает тяжелые последствия, прежде всего выход из строя водозаборов питьевых подземных вод, загрязнение рек и т. д. Горная и водохозяйственная службы оказались совершенно не подготовленными к решению водных проблем, связанных с закрытием шахт.

Особенность водного хозяйства рудников и шахт заключается в том, что шахтный водоотлив достигает больших объемов в расчете на единицу объема добываемых веществ. Так, в угольных шахтах водоотлив составляет до 4 м³ на тонну добываемого угля [16].

Шахтные воды обычно имеют высокую концентрацию взвешенных веществ, значительную минерализацию, в том числе тяжелые металлы, в основном железо. Основными параметрами загрязнения шахтных вод, по В. А. Горшкову, являются следующие составляющие по бассейнам (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

**Сброс основных поллютантов в поверхностные воды
с шахтными водами, т**

Угольный бассейн	Минеральные соли (выше ПДК)	Взвешенные вещества
Кузнецкий	111 449	31 586
Подмосковный	41 117	18 863
Шахты Ростовской области (Восточный Донбасс)	345 989	7 256
Печорский	41 117	5 427
Кизеловский	362 179	32 715

При откачке на поверхность с целью поддержания оптимальной экологической обстановки в рабочих зонах поверх-

ностные водные ресурсы (водоемы, водотоки) подвергаются загрязнению и деградируют как элементы природного комплекса, так как происходит диффузия элементов загрязнения во все составляющие экосистемы: гидросферу, почву, атмосферу, организмы растений и животных (в первую очередь, гидробионтов). В связи с этим особенностью экологии замкнутых пространств является объективная необходимость предупредительных мер (требующих больших затрат и усилий) по снижению объемов шахтной откачки и их очистке перед сбросом в водные поверхностные объекты¹.

Для снижения объемов откачки загрязненных шахтных или рудничных вод на практике применяют систему горнотехнических приемов: закладку выработанных пространств и пластов для «впитывания» и аккумуляирования в массе пород образующихся шахтных вод; особые способы вскрытия месторождений с целью предупреждения и оптимизации шахтного водоотлива; специальные методы консервации и ликвидации шахтных полей, применение которых может сократить приток шахтных вод в горные выработки на 10–20%. Однако эти дорогостоящие меры не решают основную проблему – предотвращение загрязнения поверхностных вод. В настоящее время существует практика «оборотного водоснабжения» различных производств, расположенных близко к разработкам, что, в свою очередь, может снизить объемы сброса шахтных вод в поверхностные водоемы (до 10%). Проблема, главным образом, сводится к их очистке перед сбросом в водоемы, хотя сегодня более 80% таких вод подвергаются очистке только от взвешенных веществ.

По материалам, приведенным в работе В. А. Горшкова, основная часть шахтных вод Кизеловского угольного бассейна сбрасывалась без очистки в бассейн р. Камы, куда поступало более 1,5 тыс. т редких и редкоземельных металлов (скандий, самарий, тербий, европий и др.), более 100 тыс. т железа, до 20 тыс. т

¹ Очевидно, что при недостаточном обосновании процессов поступления шахтных или рудничных вод в поверхностные водоемы и их обратной фильтрации в шахты или рудники объемы затрат могут вырасти кратно, превращая этот процесс в техногенно-естественный «круговорот воды»: вылив шахтных вод в водоемы – их обратное дренирование, фильтрация в шахты, рудники – снова откачка в поверхностные водоемы.

алюминия. Оксигидранты металлов поступили в донные отложения, становясь источниками вторичного загрязнения¹.

Обобщая структуру дополнительных предупредительных мер в шахтной экологии (в частности, при предотвращении загрязнения водных ресурсов), следует назвать основные необходимые для этого мероприятия и затраты:

- оптимизация объемов шахтных вод, сбрасываемых в поверхностные водоемы;
- оптимизация методов и технологий очистки шахтных вод перед сбросом;
- внедрение технологий добычи с минимизацией образования сточных вод, изыскание и реализация резервов снижения затрат;
- внедрение технологии обработки осадка, образующегося в процессе очистки стоков путем извлечения компонентов, способствующей компенсации части затрат.

Названные меры объективно обусловлены самим составом этих специфических природных вод, которые сформировались в процессе вмешательства человека в структуру горных пород, т. е. в результате техногенеза, и целенаправленно должны подвергаться обработке перед сбросом в водоемы.

Исходя из оценки влияния последствий на состояние поверхностных водных ресурсов необходимо произвести учет (классификацию) важнейших их параметров и показателей. На примере угольных шахт этот процесс показан ниже (рис. 3).

Для оптимизации шахтного водоотлива и затрат на эти цели важно оценить количество поступающих в горные выработки вод, обусловленное как природными, так и антропогенными факто-

¹ Данные приводятся как уже имевшие место, так как объемы добычи в угольном бассейне в настоящее время резко снижены, а ряд шахт вообще не функционирует. Применительно к процессу оценки последствий загрязнения поверхностных вод следует особо отметить факт продолжающегося излива шахтных вод на поверхность при «консервации» шахт методом затопления. Процессы выщелачивания загрязняющих веществ и их диффузия происходят без существенных изменений в химическом составе загрязнений и объективно требующих дополнительных затрат на их предотвращение. К сожалению, существующий организационно-экономический механизм природопользования в стране «не обязывает» бывших владельцев заниматься этим экологическим процессом.

рами: геологоструктурными, гидродинамическими, гидрогеологическими, климатическими, способом вскрытия месторождений, путем организации разработки ископаемых, способами управления кровлей.

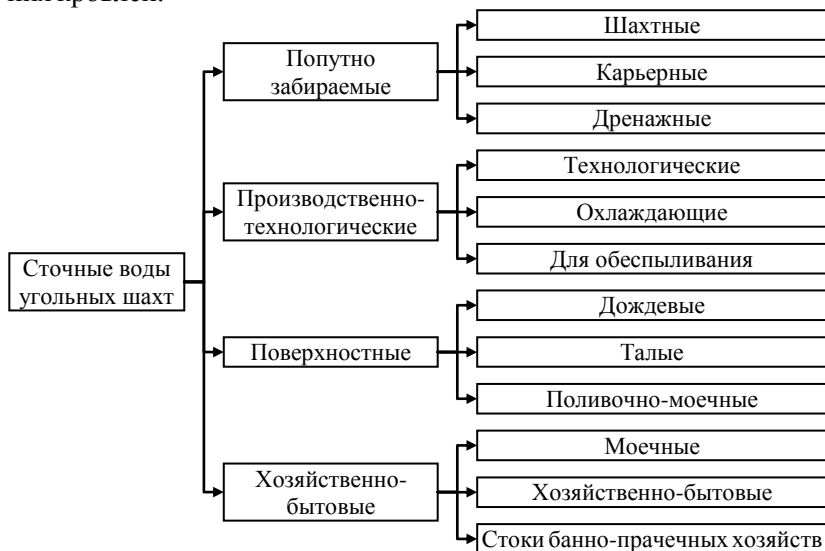


Рис. 3. Классификация сточных вод шахтного водоотлива

По результатам исследований, проведенных В. А. Горшковым по Кизеловскому бассейну, переработка шахтных вод на примере шахты «Скальная» АО «Кизелуголь» на основе биотехнологии очистки вод и переработки (с целью использования) осадка представлена следующими технико-экономическими показателями, характеризующими экологию шахтного водоотлива (табл. 5–7).

Прибыль от реализации товарной продукции, определяемая как разность между ценой реализуемой продукции и приведенными затратами, составляет:

- в ценах 1984 г. – 524,4 тыс. р.;
- в текущих ценах – 522 584 тыс. р.

Считаем, что это позволит окупить природоохранные мероприятия. Так, при внедрении названной технологии по комплексной переработке всех шахтных вод Кизеловского угольного бас-

сейна прибыль могла составить до 10 млрд р. в текущих ценах (1995 г.).

Таблица 5

**Стоимость сооружений
(в ценах периода функционирования предприятий
АО «Кизелуголь»)**

Технологический процесс	Сооружения	Строительный объем, м ³	Стоимость строительства, тыс. р.	
			в ценах 1984 г.	в текущих ценах (1995 г.)
Канализование и аэрация	Инженерные сети, лотки, пороги	2 200	154	616 000
Отстаивание	Отстойники с камерой флокуляции	2 000	60	240 000
	Отстойники доочистки	1 800	54	216 000
Культивирование СРБ	Здание	1 200	30	120 000
	Оборудование		50	300 000
Коррекция рН	Здание	1 200	30	120 000
	Оборудование		200	1 600 000
Утилизация осадка	Здание	2 400	60	240 000
	Оборудование		300	2 400 000
	Аварийный склад осадка и склад готовой продукции	10 000 м ²	50	200 000
Неучтенные объемы		20%	198	1 210 400
<i>Итого</i>			1 186	7 262 400

Таблица 6

Годовые эксплуатационные расходы (укрупненно)

Статья затрат	Количество	Сумма, тыс. р.	
		в ценах 1984 г.	в текущих ценах (1995 г.)
Реагенты, т:			
кислота соляная	15,3	1,38	13 800
сода	16,0	3,84	38 400
кислота щавелевая	1,08	1,65	16 500

Окончание табл. 6

Статья затрат	Количество	Сумма, тыс. р.	
		в ценах 1984 г.	в текущих ценах (1995 г.)
ионит амфолитный	0,075	1,50	30 000
Материалы, т:			
трубы стальные	3,0	0,66	21 000
сталь сортовая и листовая	5,0	0,80	25 000
смазочные материалы	0,5	0,21	1 500
Энергозатраты:			
электроэнергия, тыс. кВт·ч	4 393	39,5	1 976 850
сжатый воздух, тыс. м ³	1 642	2,3	115 105
Трудовые затраты:			
численность работников, чел.	58		
заработная плата с начислениями, тыс. р.	3,3	191,4	494 160
Амортизационные отчисления		59,3	363 150
Прочие расходы, %	20	60,5	619 093
<i>Итого</i>		363,0	3 714 558

Таблица 7

**Годовой выход и ориентировочная стоимость
товарной продукции**

Продукт	Выход, т	Стоимость, тыс. р.	
		в ценах 1984 г.	в текущих ценах (1995 г.)
Концентрат скандия	1,138	967,3	4 836 500
Оксигидрат железа	3 285	87,0	435 000
Низкосортное топливо	2 190	11,0	55 000
<i>Итого</i>		1 065,3	5 326 500

Наряду с проблемами охраны водной экосистемы при работах в замкнутых пространствах (рудниках, шахтах) возникает специфическая проблема сохранения, поддержания устойчивости «кровли» над выработками, предупреждения провалов. Пренебрежение этой серьезной проблемой может привести к весьма тяжелым социальным последствиям, таким как:

- потери и порча сооружений и объектов хозяйственной деятельности, существенно снижающие и даже вызывающие пол-

ную потерю наработанного уровня удовлетворения потребностей (например, провалы на шахтных выработках Березниковского месторождения привели к ликвидации железнодорожной станции в городе);

- потери и порча личного имущества, приводящие к вынужденному переселению значительной части населения на новое место с весьма дорогостоящим строительством жилья и инфраструктурных объектов.

Глава 3

Эколого-экономические проблемы охраны воздушной среды замкнутых пространств

Если для сохранения условий жизнедеятельности человека при нахождении его на поверхности Земли требуется поддержание естественного экологического фона, то в условиях шахтных выработок приходится буквально заново создавать и поддерживать нормальную экологическую обстановку, безопасную для людей. Иными словами, на поверхности достаточен принцип «не навреди», а под землей – «сотвори и поддерживай» от начала до конца в рабочем состоянии среду обитания за счет дополнительных усилий и средств производства. Это принципиальное отличие выливается в огромные экономические, социальные и трудовые затраты, которые снижают доходы от горнодобывающего производства. Не всегда они оправданны. Срок эксплуатации подземных горнодобывающих предприятий иногда составляет 10 лет, а максимальный не превышает 50–60 лет. Времени для разработки способов и средств эффективной и малозатратной экологизации подземного пространства, как всегда, катастрофически не хватает.

В подземных условиях формируются такие параметры атмосферы, которые, как правило, вредны для жизнедеятельности: появляются газы и аэрозоль; создается своеобразный то сухой зимой, то чересчур влажный летом микроклимат. Эти процессы происходят под влиянием и в зависимости от свойств пород, слагающих окружающий горный массив. Привычного для человека состава газов и аэрозоля практически нет, его необходимо получать искусственным путем или доставить с поверхности. Изменение свойств атмосферы до приемлемых и безопасных, в кото-

рых продолжительное время человек может не только находиться, но и выполнять тяжелый физический труд, происходит за счет огромных усилий и привлечения значительных количеств энергии и ресурсов. Поэтому требуются постоянный контроль и надзор, так как происходит непрерывное и очень динамичное изменение пространства. Фронты горных работ и забои перемещаются, расширяя и углубляя рудники и шахты. На разных участках подземного пространства происходят неодинаковые производственные процессы, вызывающие соответствующие различные воздействия на экологическую обстановку.

Реакцией на всё разнообразие факторов влияния на экологию человека в подземном пространстве является адекватное или неадекватное воздействие на это пространство физическим, химическим, биологическим или другим образом со стороны человека. Для разработки методов влияния или сопоставления их результатов необходимо дополнительно разработать социально-экономическое обоснование экологической безопасности горнодобывающих предприятий. Методологические подходы к данной разработке изучены на сегодня недостаточно. Можно констатировать наличие такой проблемы, как недостаточное для анализа развитие горных работ в абсолютно одинаковых горно-геологических условиях. Внешние факторы, влияющие на экологию, постоянно изменяются и практически не повторяются на других рудниках, даже если эти рудники разрабатывают одно месторождение.

Универсальность экономических показателей, доказываемая всем опытом человеческой цивилизации, логическую организацию и структуру поиска решений позволяет свести к разделу знаний о природопользовании, который можно назвать экономикой рудничной экологии. В границах этого раздела должна быть исследована система показателей измерения эффективности, изучены факторы формирования среды обитания и их влияние на эффективность производства, предложены конкретные методики, основанные на современных методах экономического и физического моделирования.

Актуальность исследования заключается в том, что, например, горнодобывающая отрасль является одним из главных потребителей электрической и тепловой энергии. Ежегодно на

нужды обеспечения экологической безопасности подземных пространств горных предприятий России расходуется свыше 100 млрд кВт·ч электроэнергии и более 10 млн Гкал тепла, что в стоимостном выражении составляет свыше 100 млрд р.

Анализ, регулярно проводимый на примере рудников Верхнекамского и Старобинского месторождений калийных солей, показал, что доля затрат электроэнергии на обеспечение здесь нормальных экологических условий возросла с 8–10% в 1977–1990 гг. до 30–50% в 1997–2005 гг. В себестоимости готовой продукции эти затраты составляют 9–12%. На отбойку руды затрачивается от 2,1 до 2,4 кВт·ч на тонну, или до 2,5 р. на тонну, в то время как на нормализацию состава воздуха расходуется до 4,9 кВт·ч на тонну, или 5,0 р. на тонну. Из сказанного видно, что социально-экономические показатели экологической безопасности на горнодобывающих предприятиях вдвое больше самого энергоемкого процесса – отбойки. При этом, однако, безопасные условия не достигаются, что подтверждается многочисленными взрывами и гибелью людей в шахтах.

Очевидно, что затраты росли под воздействием социально-экономических реформа 1990-х гг., но не воспроизводились в виде снижения экологической аварийности предприятий. Рыночные преобразования форм и отношений собственности по-новому побудили взглянуть на проблему теоретической и методологической оценки обеспечения экологической безопасности. Возникла необходимость уточнить критерии и показатели эффективности технологий и систем экологической безопасности, обоснованности затрат на реализацию мер и новых подходов, что, в свою очередь, позволит рационально использовать экономические ресурсы горнодобывающих предприятий.

На современном этапе повышение эффективности производства диктует такие цели, как разработка новых, нетрадиционных подходов к обоснованному сокращению издержек на нормализацию атмосферы подземных пространств рудников при сохранении надежности всей системы экологической безопасности горнодобывающего предприятия. Для этого требуются анализ особенностей и характера производственных сил и отношений в предлагаемых условиях, а также поиск резервов их развития и использования. В связи с этим чрезвычайно актуальной стала

задача социально-экономического обоснования экологической безопасности горнодобывающего предприятия, а также разработки критериев оценки опасности и конкретного механизма перераспределения риска в ситуациях возможных аварий при общем сокращении всех видов затрат.

Вместе с тем главной проблемой экологии человека остается обеспечение безопасности его жизнедеятельности. Безопасность не может быть абсолютной, а относительная безопасность достигается в результате многочисленных действий и с помощью средств защиты. Они создаются вследствие производственных или интеллектуальных отношений, которые подкрепляются экономическими взаимоотношениями. Таким образом, экологическая безопасность не может не быть объектом как социальных, так и экономических исследований. Это напрямую касается своеобразных условий жизнедеятельности при добыче полезных ископаемых из глубин земли, т. е. рудничной экологии. Специфика этого вида деятельности выражается, в том числе, в необходимости искусственно создавать атмосферу в среде враждебных человеку факторов горнодобывающего производства с целью максимального снижения ущерба, наносимого элементам экосистемы (табл. 8).

Т а б л и ц а 8

Степень воздействия открытого и подземного способов разработки на основные элементы биосферы

Элемент биосферы	Способ разработки месторождений			
	открытый		подземный	
	Ранг по значимости	Доля общего ущерба, %	Ранг по значимости	Доля общего ущерба, %
Земля	1	38,0	4	4,3
Недра	4	4,0	1	45,7
Атмосфера	2	29,6	3	17,9
Гидросфера	3	28,4	2	32,1

С помощью оценки систем разработки в зависимости от степени экологичности было установлено, что особой детализации подлежит обоснование системы природоохранных мер, относящихся к системе разработки с обрушением совмещающихся

пород (при подземном способе разработки) и транспортной системе разработки с перевозкой руды во внешние отвалы (при открытом способе разработки).

В свою очередь, при ранжировании природоохранных мероприятий по очередности их реализации, помимо значимости воздействий, обязательному учету подлежит их экономическая эффективность.

Подобное обоснование выполняется и в части социальных последствий. Комплекс социальных мероприятий, проводимых предприятием, должен быть связан с компенсационными затратами на отселение населения из проектируемой промышленной и санитарно-защитной зоны, а также с осуществлением деятельности по выполнению обязательств социальной ответственности предприятий, с содействием развитию социнфраструктуры, оказанием помощи наиболее незащищенным слоям населения, оказанием помощи образовательным и медицинским учреждениям и т. д. Помимо добровольных могут иметь место меры социального характера, определяемые условиями конкурса, организуемого местными властями при выдаче лицензии на право пользования недрами.

3.1. Особенности воздухоохраных мероприятий на рудниках и в шахтах (на примере Верхнекамского бассейна)

Достижение в подземных условиях рудников параметров атмосферы, нормальных для существования и жизнедеятельности людей, – это основная задача рудничной экологии. Методологическое построение данного вида заданий основано на искусственной структуре и логической организации, методах и средствах горной добычи. Иными словами, все устремления в первую очередь направлены на эффективную добычу полезных ископаемых, и лишь по остаточному принципу реализуются экологические требования к местам нахождения и работы людей. Такой подход не только резко контрастирует с основными принципами человечества, но и создает социальную напряженность, а главное – заметно сказывается на экономическом положении горнодобывающих предприятий.

Несомненно, затраты на создание приемлемой экологической обстановки напрямую отражаются на себестоимости продукции. Однако продолжительные простои предприятия в случае ликвидации экологической аварии приносят не меньший ущерб. Минимизация экономического ущерба при создании и поддержании в безопасном состоянии по экологическим параметрам атмосферы подземных пространств становится злободневной, задачей и для ее решения требуется социально-эколого-экономическая оценка соответствующих параметров.

Таким образом, методология экономики рудничной экологии формируется посредством социально-экономических подходов организации горной добычи как средства производства и должна трансформироваться с помощью методов эколого-экономического регулирования. Сложная инфраструктура методологической основы экономики рудничной экологии наглядно показана в табл. 9; ее функционирование проиллюстрировано на примере шахт по разработке калийных солей Верхнекамского месторождения (рис. 4, 5).

Таблица 9

**Инфраструктура основы экономики рудничной экологии
(на примере Верхнекамского месторождения)**

Параметр	Величина, не более	Стоимость, млн р.
А. Временные показатели и факторы		
<i>Срок эксплуатации и средняя стоимость проходки и поддержания</i>		
Вскрывающие выработки	60 лет	10,0
Главные выработки	30 лет	100,0
Панельные выработки	10 лет	50,0
Восстающие и уклоны	1,5 лет	1,0
Выемочные выработки	5 лет	10,0
Разрезные выработки	0,5 года	0,5
Вентиляционные штреки	5 лет	12,0
Камеры	40 сут	0,3
Забои	600 ч	0,1
Отработанное пространство	60 лет	10,0

Окончание табл. 9

Параметр	Величина, не более	Стоимость, млн р.
Б. Масштабные показатели и факторы		
<i>Протяженность и объем, стоимость поддержания в год</i>		
Вскрывающие выработки	0,6 · 4 км · шт.	10,0
Главные выработки	10 · 8 км · шт.	60,0
Панельные выработки	5 · 12 км · шт.	10,0
Восстающие и уклоны	0,6 · 40 км · шт.	1,0
Выемочные выработки	0,8 · 12 км · шт.	1,0
Разрезные выработки	0,4 · 24 км · шт.	0,5
Вентиляционные штреки	6 · 42 км · шт.	1,0
Камеры	0,2 · 42 км · шт.	0,4
Забои	0,0002 км ³	0,00006
Отработанное пространство	4 км ³	1,0
Всего общих затрат на создание рудника с добычей 7,5 млн т		~23,0
В. Экологические показатели и факторы		
<i>Вредные воздействия и затраты на безопасность персонала</i>		
Горючие и взрывоопасные газы	0,5 об.%	10,0
Аэрозоль и пыли	10 г/м ³	1,0
Влажность воздуха	100%	0,05
Температура воздуха	25 °К	1,0
Свежая струя, регулируемая	8 км	0,1
Исходящая струя, утечки	10 км	0,5
Объем подземного пространства	5 км ³	0,05
Подача воздуха в рабочие зоны	10 м ³ /с	0,3
Подача воздуха в забои	6 м ³ /с	10,0
Вентиляторные установки	40 шт.	40,0
Ядовитые газы	0,0007 об.%	1,0
Контроль состояния, з/п.	170 чел.	500,0
<i>Вредные воздействия и затраты на сохранность техники</i>		
Защита от газов:		
физическая	10 мм · м ²	0,04
электрическая	5 · 12 мм · м ²	0,02
химическая	0,6 · 40 мм · м ²	0,004
физическая	0,8 · 12 мм · м ²	0,05
Охлаждение	0,4 · 24 мм · м ²	0,5
Защита от возгорания	6 · 42 мм · м ²	10,0
Замена оборудования	0,2 · 42 шт.	50,0
Приборная база контроля	0,0002 шт.	0,6
Кабельная разводка	0,0002 км	0,3
Всего одновременных затрат по руднику с добычей 7,5 млн т		~51

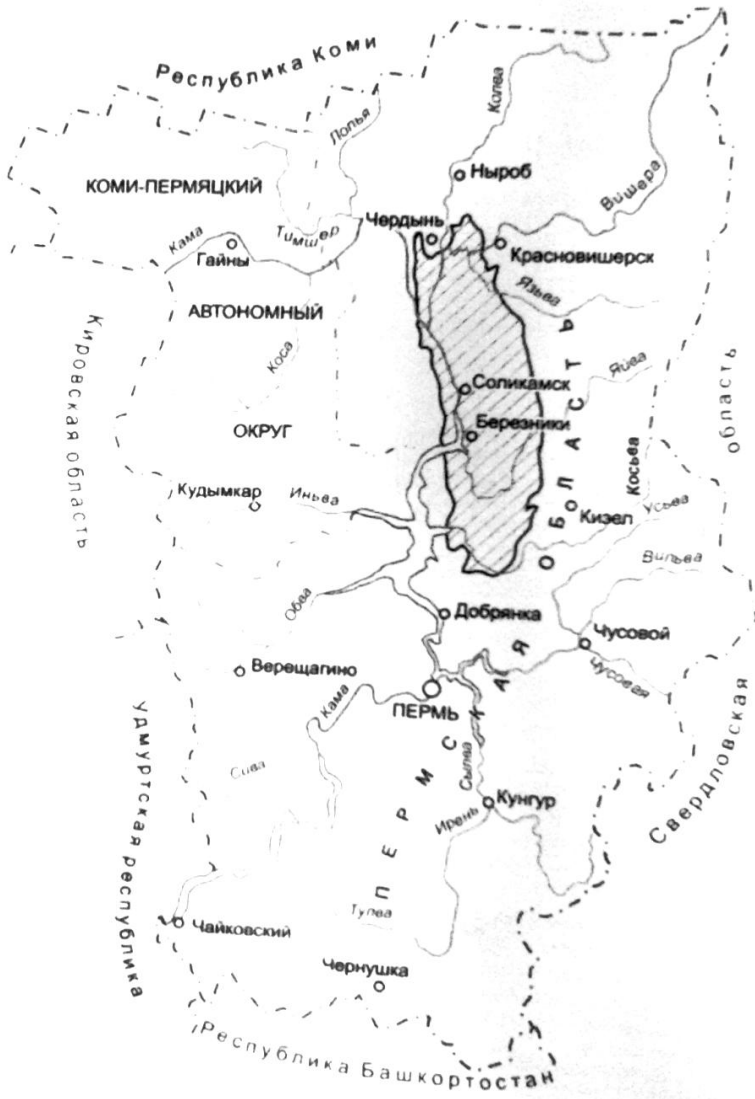
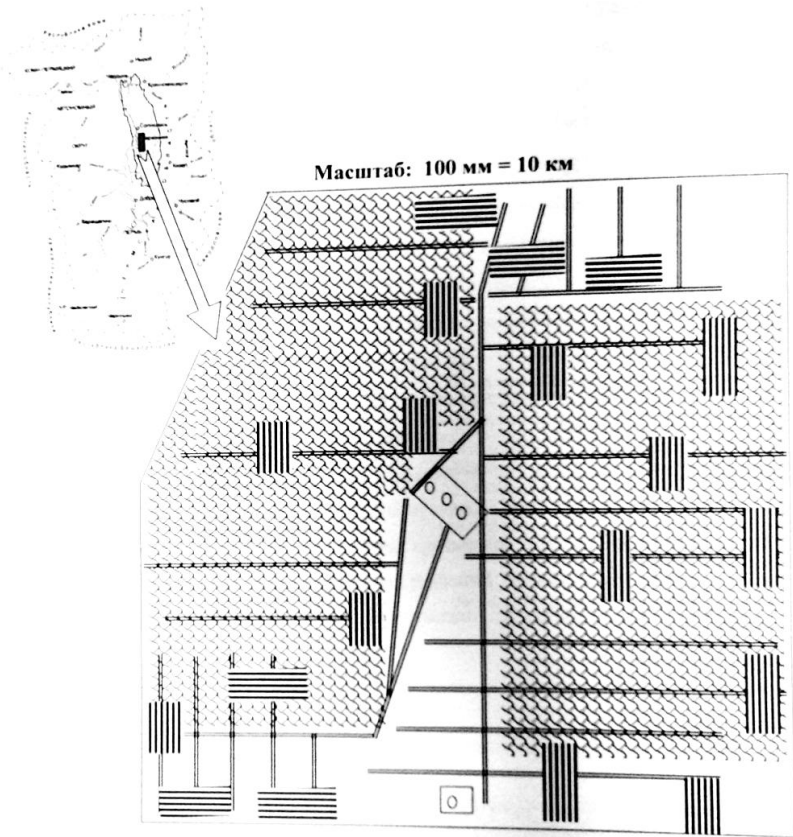


Рис. 4. Контуры Верхнекамского месторождения солей на территории Пермского края (добыча на 14 шахтных полях)



Вертикальный масштаб: 100 мм = 1 км

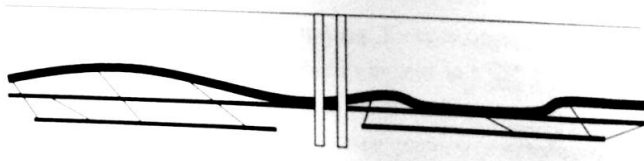


Рис. 5. План и разрез рудника БКРУ-1, действующего 65 лет; его расположение в пределах месторождения (места ведения горных работ, транспортные выработки и отработанное пространство в пласте)

Основа методологического построения экономики рудничной экологии достаточно сложна. В нее входят как средства производства, так и факторы внешней среды, методы и средства регулирования и контроля состояния окружающей среды. Оценка затрат на единовременное поддержание в течение года нормальных экологических параметров в одном из рудников Верхнекамского месторождения солей, представленная в табл. 9, показывает, что они составляют около 51 млн р. При общих затратах на создание объекта в виде рудника, приблизительно равных 21 млрд р. и сроке эксплуатации 65–70 лет, на экологизацию подземного пространства будет израсходовано не менее 17,5% стоимости (порядка 3,6 млрд р.). Причем в данном расчете не участвуют текущие затраты на тепло и электроэнергию, которые выливаются в расчет энергопотребления.

Оценка энергопотребления строится на фактическом материале, наработанном в 1986–2005 гг. на рудниках Верхнекамского и Старобинского месторождений. В этот период были проведены опытно-промышленные испытания, внедрен ряд технических решений, позволивших контролировать затраты энергии. Техническая оценка может строиться на сравнении удельных затрат энергии. Например, сравним удельный расход электроэнергии на подачу в рудник 1 м³ воздуха. Для расчета используем формулу

$$W = \left(\frac{T Q_{\text{в}} H_{\text{в}}}{1000 \eta_{\text{д}} \eta_{\text{в}}} \right) : T \times Q_{\text{п}}, \quad (1)$$

где W – удельный расход электроэнергии на подачу в рудник 1 м³ воздуха, кВт/м³; T – время работы вентилятора, ч; $Q_{\text{в}}$ – подача вентилятора, м³/с; $H_{\text{в}}$ – давление вентилятора, Па; $\eta_{\text{д}}$ – КПД электродвигателя; $\eta_{\text{в}}$ – КПД вентилятора; $Q_{\text{п}}$ – количество воздуха, поступающего в рудник за 1 ч, м³.

При среднестатистической для калийных рудников подаче в рудник потребного количества воздуха, приблизительно равного 400 м³/с, затраты электроэнергии за год составят:

$$\begin{aligned} & Q_{\text{п}} \times (W_1 - W_2) \times 3\,600 \times 365 \times 24 = \\ & = 400 \times 0,003004 \times 3\,600 \times 365 \times 24 = 37\,893\,656 \text{ (кВт}\cdot\text{ч)}. \end{aligned}$$

При стоимости 1 кВт·ч по ценам мая 2005 г., равной 1 р., рудники имеют текущие затраты около 38 млн р. в год; за весь период эксплуатации рудника – 2,7 млрд р.

Иными словами, текущие и постоянные затраты на экологизацию подземного пространства составят более 6,4 млрд р.

Показатель эффективности удельных затрат на проветривание рудника Ω_y может быть найден по формуле

$$\Omega_y = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%, \quad (2)$$

где W_1 – удельный расход электроэнергии на подачу в рудник 1 м³ воздуха, кВт/м³; W_2 – удельный расход электроэнергии на 1 м³ производительности вентилятора, кВт/м³.

Результаты расчета эффективности по рудникам Верхнекамского и Старобинского месторождений приведены в табл. 10.

Таблица 10

Эффективность удельных затрат на проветривание рудников Верхнекамского и Старобинского месторождений

Рудник	W_1 , кВт/м ³	W_2 , кВт/м ³	Ω_y , %
ОАО «Уралкалий»			
БКПРУ-1	0,00237	0,00160	32,3
БКПРУ-2	0,00175	0,00096	44,8
БКПРУ-4	0,00271	0,00186	31,4
ОАО «Сильвинит»			
СКПРУ-1	0,00438	0,00138	68,5
СКПРУ-2	0,00324	0,00148	54,4
СКПРУ-3	0,00386	0,00167	56,7
ПО «Беларуськалий»			
СгКПРУ-1	0,00246	0,00160	34,7
СгКПРУ-2	0,00280	0,00180	35,7
СгКПРУ-3	0,00263	0,00174	34,1
СгКПРУ-4	0,00243	0,00123	49,2

Из табл. 10 видно, что показатель эффективности удельных затрат на проветривание для рассматриваемых рудников составляет от 31,4 до 68,5%. Следовательно, изыскание резервов те-

кущих затрат на обеспечение экологической безопасности горнодобывающих предприятий может привести к снижению издержек на треть и даже наполовину имеющегося уровня.

Энергетические затраты в себестоимости руды (2005 г.) в денежном выражении, по данным экономических служб акционерных обществ, составляют от 70 до 80%. При этом в себестоимости готовой продукции стоимость руды занимает 35–40%. В то же время доля энергетических затрат на проветривание составляет от 30 до 50% энергозатрат рудника. Отсюда можно определить степень влияния сокращения затрат энергии на проветривание в себестоимости готовой продукции:

$$P_{\text{пров}} = \frac{k_1 k_2 k_3 C_{\text{г.пр}}}{100}, \quad (3)$$

где $P_{\text{пров}}$ – величина затрат на проветривание, % себестоимости готовой продукции; k_1 – доля затрат на проветривание в общих затратах на электроэнергию рудника, %; k_2 – доля затрат на электроэнергию в себестоимости руды, %; k_3 – доля себестоимости руды в себестоимости готовой продукции, %; $C_{\text{г.пр}}$ – себестоимость готовой продукции, р.

Подставив исходные данные в формулу (3), определим, что экономические затраты на обеспечение электроэнергией проветривания составляют от 9 до 11% себестоимости готовой продукции. Если прибавить затраты на строительство и поддержание вентиляционных сооружений, а также на содержание службы вентиляции и обслуживание вентиляторных установок, то цифра может достичь 15% и более.

Итак, экономический базис и ожидаемые результаты применения эффективных методов экологизации подземного пространства горнодобывающих предприятий оценены как достаточно высокие. При этом следует отметить, что не решена задача разработки области исследования экономики природопользования под наименованием «Экономика рудничной экологии», в которой дается социально-экономическое обоснование экологической безопасности горнодобывающих предприятий в современных условиях; не исследована система показателей измерения эффективности; слабо изучены факторы формирования среды

обитания и их влияние на эффективность производства; отсутствуют конкретные методики, основанные на современных методах моделирования.

3.2. Методические подходы к оценке обеспечения экологической безопасности на рудниках (аспект охраны воздушной среды)

Экологическая экономика рудников и шахт – новая область исследований, имеющая дело с отношениями между подземными природными экосистемами и социально-экономическими системами в пределах подземного пространства горных предприятий. Концепция развития экономики рудничной экологии предполагает смену парадигм традиционной экономики и экологизацию ее главных принципов, поиск общих подходов и путей согласования концепций развития экологических и экономических систем горнодобывающего предприятия.

Одно из существенных отличий этой синтетической части науки от традиционной горной экономики или горной экологии – более масштабный и долгосрочный подход к деятельности людей в замкнутом подземном пространстве с ограниченным временем пребывания, включающий в себя целую сеть взаимодействий между экономическими, техническими, технологическими и экологическими системами в сложных условиях.

Объектами горной экономики являются индивидуальные потребители добываемого полезного ископаемого; их интересы и предпочтения считаются определяющими. Природные ресурсы благодаря техническому прогрессу и кажущейся безмерной замещаемости полагаются, по сути, бесконечными. Концепция экономики рудничной экологии построена на иных позициях, анализирующих людей как один, хотя и важный, компонент целостной эколого-экономической системы. Люди в этой системе занимают одно из основных мест, потому что они ответственны за понимание собственной роли в общей системе экологической безопасности, в ее сохранении и управлении ею для достижения устойчивости экономического развития горнодобывающего предприятия.

Экологическая экономика рудников предполагает, что человеческие предпочтения, взгляды, технология и наука должны эволюционировать совместно с трансформацией природной среды и отражать широту экологических возможностей и, что важнее, экологических ограничений, т. е. взаимную значимость эколого-экономического развития предприятия.

Эволюция как процесс изменений в сложных системах через выбор транслируемых характерных черт – основное понятие в экономике рудничной экологии. Оно подразумевает наличие динамической и приспособляющейся неравновесной системы, но никак не статически равновесной, часто принятой в традиционной экономике.

Известно, что макроцель выживания в экологии подземного пространства рудника аналогична цели экономической устойчивости; при этом основной целью экономики предприятия является не устойчивость, а непрерывный рост. Такая перспектива привлекательна сиюминутными выгодами и опасна конечными результатами в виде экологических аварий (табл. 11).

Т а б л и ц а 1 1

**Вспышки и взрывы горючих газов
на рудниках Верхнекамского месторождения**

Рудник	Участок	Дата	Вид аварии	Причина	Последствия
БКПРУ-2	Уклон ГКУ-1	28.10.1969	Вспышка	Наличие открытого огня	Термические ожоги у 3 чел.
БКРУ-2	Уклон ГУ-10	15.04.1975	То же	То же	Термические ожоги у 2 чел.
СПКРУ-2	Пласт АБ	26.06.1976	»	»	Ожоги лица и рук у 2 чел.
БКРУ-3	Уклон с пласта Кр-II на пласт АБ	18.04.1977	»	»	Ожоги лица и рук у 2 чел.
БКРУ-1	Пласт Кр-II	15.08.1978	Вспышка	Наличие открытого огня	Ожоги лица и рук у 2 чел.
СКРУ-1	Пласт В, ГУ-11	11.10.1978	Горение газа	Взрывные работы	–

Рудник	Участок	Дата	Вид аварии	Причина	Последствия
СКРУ-1	Уклон на пласт В	18.04.1980	То же	Наличие открытого огня	–
БКРУ-3	ГПУ	04.06.1980	Горение газа, взрыв	То же	Погибло 5 чел.
СКРУ-2	ГУ-10	16.10.1982	Вспышка	»	Ожоги лица и рук (1 чел.)
БКРУ-1	ГУ-8	15.01.1984	То же	»	Ожоги лица и рук (1 чел.)
БКРУ-4	ГУ-4	21.11.1986	»	»	Погибло 2 чел., ожоги у 1 чел.
СКРУ-3	ГУ-5	10.11.1990	»	»	Погибло 2 чел., ожоги у 4 чел.
БКРУ-1	ГУ-5	23.08.1992	»	»	Ожоги у 1 чел.
БКРУ-1	Пласт Кр-I	03.12.1992	»	»	Погибло 3 чел., ожоги у 3 чел.

Статистика наиболее массовых взрывов газо-воздушной смеси выглядит так. В ноябре 1989 г. в результате взрыва на угольной шахте в Сербии погибло 90 чел., такой же взрыв в августе 1990 г. стал причиной гибели 178 югославских шахтеров на глубине 500 м под землей. В Китае 21 апреля 1991 г. тоже из-за взрыва газа на угольной шахте были заживо погребены 147 шахтеров. Крупнейшая в мире авария в шахте также произошла в Китае: в апреле 1942 г. взрыв угольной пыли шахте «Хинкейко» унес жизни 1 572 чел. В США в настоящее время каждый год погибают 60–70 шахтеров – примерно вдвое меньше, чем в начале 1980-х гг. В Советском Союзе в 1989 г. погибло более 400 шахтеров, а в 1990 г. – около 500. Только за девять месяцев 1990 г. на советских шахтах 23 раза гремели взрывы, вспыхивал метан, было 10 внезапных выбросов угля, породы и газа, 38 завалов и 114 подземных пожаров. В Донбассе, крупнейшем угольном бассейне, на каждый добытый шахтным способом миллион тонн угля приходится один погибший горняк. Так, 29 июня 1991 г. пожар в шахте Южнодонбасская № 1 унес жизни 32 шахтеров. В этот период средняя продолжительность жизни советского шахтера составляла 49 лет. В 2005 г. за пер-

вые три месяца погибло и пострадало на российских шахтах 32 чел. По данным статистики на конец 2004 г., средняя продолжительность жизни российских шахтеров составляла 47 лет. Эта статистика отражает реальный уровень экологической опасности подземных пространств и отображает несостоятельность сегодняшних экономических подходов к созданию безопасных условий труда; она же показывает социальную значимость необходимости решения эколого-экономической проблемы.

Экономика рудничной экологии исходит из признания двусторонних зависимостей микро- и макроуровней: социальная организация горнодобывающего предприятия на более высоком уровне пространственно-временной иерархии должна сглаживать конфликтные ситуации, возникающие при достижении микроцелей развития на более низких уровнях, и наоборот. Исходя из этого основными направлениями исследований в экономике рудничной экологии являются:

1) устойчивость как поддержание систем жизнеобеспечения в подземных пространствах горнодобывающего предприятия;

2) оценка природных ресурсов и их опасных свойств в качестве макроэкономического фактора и эколого-экономической системе;

3) создание инновационного инструментария для управления экологической безопасностью на горнодобывающем предприятии;

4) эколого-экономическое моделирование на всех стадиях и уровнях развития горнодобывающего предприятия.

Вырисовывается методология построения природно-социально-экономических моделей развития опасных ситуаций для исследования комплексных проблем безопасности подземной среды обитания на горнодобывающем предприятии. При этом предлагаемые математические модели должны быть адаптированы к процессам устойчивого развития горного предприятия и решению экономических, экологических, социальных, информационных и правовых задач, что повлечет за собой создание новых исследовательских направлений в молодой междисциплинарной науке «Экономике экологии».

Взаимосвязи и основные принципы построения закономерностей экономики рудничной экологии представлены в табл. 12.

**Система закономерностей экономики
рудничной экологии**

Принцип построения закономерностей	Фактор экологичности	Формула расчета
Взаимосвязь и взаимодействие объектов экологической опасности в едином пространстве и системе экономических отношений	Способность к аварийности, ед./р.	$a(x) = f(a, x)$, где a – эксплуатационные и капитальные затраты; x – показатель экологической опасности, ед.
Природные свойства окружающего горного массива преобладают над свойствами искусственной воздушной среды	Способность загрязнения, %	$k = \frac{y_0}{y_n} \times 100\%$, где k – коэффициент устойчивости; y_0 – фоновое содержание вредных веществ, об.%; y_n – содержание вредных веществ в воздухе во время ведения горных работ, об.%
Инициирование экологической опасности происходит по нескольким независимым причинам или под воздействием техногенных факторов	Нарастание степени опасности, об.%/р.	$m = C_0 a^n$, где C_0 – норма предельно допустимой концентрации, об.%; n – норма затрат, р./ед.
Экологические аварии всегда приносят больший ущерб, чем текущие затраты на поддержание нормальной экологической обстановки	Нормализация, р./ед.	$N = \sqrt{a^n}$
Финансирование развития мер и средств экологической безопасности приносит прибыль от обоснованного снижения затрат на эксплуатацию неопасных объектов природопользования	Уничтожение источников опасности, р.	–
Метод аналогов не применим для несхожих горнодобывающих предприятий	Конкурентная борьба, ед./р.	–

Принцип построения закономерностей	Фактор экологичности	Формула расчета
Экстраполяция, интерполяция и регрессия данных, полученных в пределах одного горнодобывающего предприятия, являются основой для прогноза экологической ситуации и принятия экономических мер	Мониторинг, прогнозирование опасных ситуаций	$m_n = \sum m_i,$ где m_n и m_i – соответственно общие и локальные трудозатраты на экологическую безопасность

Использование системы закономерностей экономики рудничной экологии позволяет дать объективную экономическую оценку основным проблемам экологической опасности и методам их решения. Для этого необходимо разработать механизм реализации системы в конкретных экологических условиях, апробировать его и определить корреляционные факторы и методы корреляции.

3.3. Оценка эффективности обеспечения экологической безопасности в замкнутых пространствах

В подземных пространствах горнодобывающих предприятий формируется искусственная атмосфера при особых условиях и пока с невысокой эффективностью. Она всегда враждебна и опасна, притом что очень дорого обходится ее создание.

Опасность создается под влиянием газового, пылеаэрозольного и термодинамического факторов. Каждый фактор по-своему наносит ущерб экономике горнодобывающего предприятия. Рассмотрим их подробнее.

1. Эколого-экономические проблемы при изменении газового состава среды

Для определения экологической опасности первостепенным является изучение особенностей формирования газового состава атмосферы в подземных пространствах рудников.

Разработка месторождений в большинстве случаев сопровождается выделением в рудничную атмосферу взрывоопасных, вредных и – значительно реже – ядовитых газов.

Генезис газов тесно связан с условиями формирования месторождений и последующими тектоническими процессами, происходившими в период существования залежи. Формирование, например, калийных месторождений происходило в различные геологические периоды. В пермский период образовались Верхнекамское, Прикаспийское (Россия), Карлсбадское (США) месторождения, а также месторождения Германии. Время образования Старобинского месторождения относится к девонскому периоду, Прикарпатского (Россия) и Эльзасского (Франция) – к третичному. Считается, что в основном формирование месторождений происходило в морских лагунах. Подобное мы можем наблюдать и в современности (например, залив Кара-Багаз-Гол или Мертвое море).

Образование газов в залежах солей на разных месторождениях происходило по-разному. Существует несколько точек зрения на природу происхождения газов в солях Верхнекамского месторождения. Исследования Н. К. Чудинова показали, что образование газов в большой степени связано с жизнедеятельностью микроорганизмов в солеродном бассейне. Эта точка зрения была подтверждена работами немецких ученых Ф. Шпреера и Д. Келне.

В процессе кристаллизации солей газы захватывались массой кристаллов. В дальнейшем рассеянный в горной породе газ в период тектонических процессов под воздействием высокого давления и неравномерного содержания газов в массиве стремился заполнить свободные трещины и пустоты. При этом из горной породы вследствие законов диффузии в первую очередь выжимались легкие газы (водород), затем – более тяжелые (метан и углеводороды метанового ряда) и, наконец, самые тяжелые (азот, оксиды и диоксиды азота и углерода и т. п.).

Такой взгляд на историю образования газов и накопления свободных газов подтверждается данными по газоносности пород Верхнекамского и Старобинского месторождений, полученными при систематических исследованиях за последние 50 лет, проводимых под руководством И. И. Медведева, А. Е. Красноштейна и Г. Д. Поляниной, где наиболее газонасыщенными являются трещиноватые зоны массива. Особенно четко эта закономерность прослеживается на карналлитовом пласте Верхнекамского месторождения.

Анализ генезиса газов различных месторождений позволяет выделить три основных источника их образования в калийных пластах и залежах:

- газы, образовавшиеся в результате разложения органических веществ и жизнедеятельности бактерий;
- газы, образовавшиеся в результате воздействия на калийные залежи термальных источников, богатых солями и углекислотой;
- газы, привнесенные в калийные месторождения из окружающих битуминозных пород и нефтяных месторождений.

В соответствии с современной теорией газы, накопившиеся в месторождениях, во вмещающих породах и полезном ископаемом, можно подразделить на следующие группы: *свободные* – скопления газов, заполняющие всякого рода трещины и пустоты; *связанные* – рассеянные газы, пропитывающие массу породы. Свободные газы находятся под большим давлением (до 80–120 атм). Значительные скопления свободных газов, находящихся в трещинах или полостях, при вскрытии горными работами выделяются суффлярно.

Газы закрытых пор и связанные межкристаллические газы могут выделиться только при разрушении структуры породы, а внутрикристаллические – при разрушении кристаллов (например, при растворении водой). Газы, содержащиеся в кристаллах, присутствуют почти во всех соляных минералах. Освобождающиеся пузырьки газа имеют давление до 8–12 атм.

Распределение газов, их количественный и качественный составы как по месторождениям в целом, так и в пределах отдельных шахтных и выемочных полей, пластов, участков, крайне неравномерны и носят локальный характер.

Газ обнаруживается только в момент разрушения горного массива и только в местах, где это разрушение происходит.

В рудниках наблюдаются четыре вида газовыделений в горные выработки:

- обычное – медленное непрерывное газовыделение из мелких трещин и пор породы;
- повышенное – резкое и кратковременное возрастание газовыделений из газонасыщенных зон, возникающее на фоне обычного;

- суфлярное – местное повышенное газовыделение из трещин и всякого рода пустот, вскрытых горными выработками, в подавляющем большинстве случаев кратковременное (от нескольких минут до нескольких часов);

- внезапное – местное выделение большего (по сравнению с обычным) количества газа с одновременным разрушением части приконтурного массива, а иногда и со смещением его (обрушением, вывалом, выбросом породы).

Обычные газовыделения, как показывают результаты исследований И. И. Медведева и Г. Д. Поляниной, незначительны, поэтому не оказывают существенного влияния на экологическую безопасность ведения горных работ в калийных рудниках.

На калийных рудниках, в отличие от угольных шахт, газовыделения из выработанного пространства незначительны. Многочисленные наблюдения в течение более 50 лет за составом рудничной атмосферы отработанных камер Верхнекамских калийных рудников показали, что горючие газы либо отсутствуют, либо их содержание не превышает сотых долей процента.

Тем не менее не исключены случаи значительных выделений газов. Они, в частности, могут быть вызваны деформацией и разрушением целиков и потолочин, а также повышенными и суфлярными выделениями.

Повышенные газовыделения происходят при вскрытии выработками горного массива в зонах, в которых в силу физико-химических и механических изменений в локальной области скопились небольшие по объему и с малым относительным давлением (до 5–10 атм) газы. Площади, занимаемые скоплениями газов, рассредоточены в хаотическом порядке в продуктивной пачке пластов как по простиранию, так и по мощности.

Повышенное газовыделение прогнозировать наиболее затруднительно, так как оно начинается непосредственно в момент разрушения горного массива, однако именно при этом коварном процессе, как показывает практика, наиболее часто возникали экологические аварии.

Необходимо пересмотреть методологию организации контроля и управления газовым составом атмосферы рудников, нацелив ее на преодоление экстремальных условий в виде повышенных газопроявлений. Это – задача экологической безопасности.

Воздействие этого процесса на формирование атмосферы подземных пространств рудников весьма велико. Например, при массовом обрушении во время землетрясения на СКПРУ-2 ОАО «Сильвинит» произошло выделение более 900 тыс. м³ горючих газов. Нарушилась вентиляция всего рудника, а разгазирование горных выработок длилось 16 сут. Допущенные простои горной добычи нанесли значительный экономический ущерб. За это время ОАО «Сильвинит» потеряло иранский сегмент мирового сбыта калия и уже более 10 лет не может восстановить свои позиции там.

2. Эколого-экономические проблемы, вызываемые аэрозолями

Динамика аэрозолей в системе горных выработок приносит дополнительные экологические проблемы. Считается, что атмосферный воздух, поступающий в шахту, имеет незначительное содержание аэрозолей – менее ПДК ($5 \cdot 10^{-6}$ кг/м³). Проходя по системе горных выработок, воздух периодически насыщается аэрозолями, в том числе крупными (пылью и рудной мелочью), а затем освобождается от последних вследствие выпадения или прилипания частиц к поверхностям горных выработок.

На дневную поверхность выносятся только мелкодисперсная аэрозоль, составляющая тысячные доли массы аэрозолей, контактирующих с атмосферой подземных пространств.

Взаимодействие потоков воздуха с аэрозолями, процессы массопереноса отличаются существенной динамикой и способны влиять на санитарно-гигиенические условия зон ведения горных работ.

Общие и с достаточной степенью усреднения параметры запыленности воздуха (величина концентрации пыли) на каждом отдельном участке вентиляционного пути получены при исследованиях, выполненных под руководством И. И. Медведева, А. Е. Красноштейна, М. М. Сметанина, М. П. Казакова, Н. Н. Мохирева, Н. И. Алыменко, Г. Д. Поляниной, А. Н. Земскова и отчасти авторов данного издания. Определена как общая пылевая обстановка, так и места с наибольшим наличием пыли в воздухе.

Источниками пылевыведений являются забои горных выработок, транспорт руды, особенно конвейерный, места перегрузок руды, движущаяся автотракторная техника, опрокидные

устройства в околоствольных дворах и скиповые подъемы. При этом в летнее время в поступающей в рудник струе концентрация привносимой пыли в несколько раз выше ПДК. В зимний период концентрация вносимой пыли значительно меньше ПДК. Однако по пути движения воздуха к рабочим зонам ведения горных работ в летний период наблюдается меньшая (в 3–5 раз) запыленность, чем в зимний период. В то же время на исходных струях рудников концентрация аэрозоля не меняется в зависимости от времени года. Она не только постоянна, но и ее величина (особенно на значительном удалении от зон ведения горных работ – от 2 км) соизмерима с лучшими показателями, получаемыми на входящих струях в благоприятных климатических условиях – летом.

В рабочих зонах ведения горных работ, особенно в тупиковых подготовительных и очистных выработках, наблюдается резкое (в сотни раз) увеличение концентрации аэрозоля; она достигает порой нескольких сотен ПДК. Наиболее значительным внутрирудничным источником поступления в атмосферу аэрозолей являются забои выработок, в которых применяется механизированная отбойка руды.

Таким образом, установлено следующее:

- на всем протяжении вентиляционного пути концентрация пыли в воздушном потоке не снижается до ПДК;
- поступающая в зоны ведения горных работ струя, особенно в зимний период, имеет бóльшую запыленность, чем общерудничная исходящая струя;
- с поверхности поступает воздух, имеющий большое количество пыли, причем эта пыль может иметь токсичные примеси, она нежелательна в атмосфере рудников;
- при общем невысоком аэрозольном фоне во всем пространстве рудников, превышающем ПДК лишь в несколько раз, в забоях горных выработок, особенно при механизированной отбойке руды, имеет место резкое увеличение концентрации пыли в воздухе (до нескольких сотен ПДК). Именно забои горных выработок являются источниками особой опасности по пылевому фактору. В них практически не наблюдается влияния сезонных колебаний. Здесь же находятся постоянные рабочие места, в которых работает основная масса горнорабочих.

Экономически проблемы аэрозольной экологической обстановки подземных пространств влияют на горное производство в виде огромных затрат на специальную защиту от проникновения пыли:

1) в организм человека – защитные маски, лепестки, респираторы, которые заменяются ежедневно, кабины с воздушным душированием, изоляцией и фильтрацией воздуха. По оценкам служб материального снабжения, данный вид затрат составляет до 10% всего объема МТС, т. е. до 10 млн р.;

2) в машины и агрегаты – защитные оболочки и герметичные кожухи, спецтехника, фильтры и многое другое, что увеличивает стоимость, например, автомобилей или конвейеров для подземных условий в 10–19 раз по сравнению с поверхностными аналогами;

3) в системы вентиляции и коммуникаций – происходит вывод из строя трубопроводов, кабельных подвесов, вентиляторов и компрессоров. Такие аварии приводят к остановке добычи на несколько смен, а наносимый ими оценивается в десятки миллионов рублей.

Создание нормальных и безопасных экологических параметров аэрозоля в подземном пространстве горнодобывающих предприятий экономически выгодно и требует пересмотра методологического подхода к экономико-экологическим расчетам и обоснованиям эффективности данного вида деятельности. Это позволит обоснованно привлекать средства на превентивные меры, а не на ликвидацию экологических аварий.

3. Эколого-экономические проблемы термодинамического характера

Термодинамические процессы, их роль и значение в формировании микроклимата подземных пространств горнодобывающих предприятий оцениваются так же высоко, как роль и значение газового и аэрозольного состава атмосферы.

Изучение процессов термодинамики и нормализации теплового режима в основном актуально при проветривании глубоких рудников и шахт, где вопрос искусственного регулирования температуры воздуха в подземных выработках приобретает особую важность. Наиболее изученным является температурный режим угольных шахт Донбасса и Кузбасса.

Труды А. Н. Щербаня, О. А. Кремнева, А. Н. Ягельского, А. Ф. Воропаева, Ю. Д. Дядькина, Г. В. Дуганова наиболее полно отражают основы теплофизических процессов, происходящих в атмосфере горных выработок. Принципиальные теоретические положения этих работ с успехом могут быть использованы при регулировании микроклимата большинства шахт, в том числе калийных рудников.

Представляют существенный интерес работы Ю. Д. Дядькина, выполненные для условий шахт районов вечной мерзлоты, в которых доказано, что в тепловом балансе шахты и рудника отдельная лава или очистная выработка не имеет определяющего значения. Но ущерб от экологической аварии, связанный с незначительным повышением температуры, огромен – вплоть до уничтожения шахты.

Важнейшими показателями, подлежащими регулированию в калийных рудниках, являются температура и относительная влажность воздуха. Для температуры воздуха существуют верхний и нижний пределы. Так, температура на всем пути движения воздуха должна быть положительной (более $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$) и не превышать установленную норму $+26\text{ }^{\circ}\text{C}$. Горные породы, слагающие месторождения калийных солей, имеют температуру $+7...12\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Верхнекамское месторождение) и $+14...24\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Старобинское). Воздух, контактирующий с окружающим массивом, постепенно сравнивается с ним по температуре, передавая массиву избыточную часть тепла или холода. Таким образом, основная масса воздуха, находящегося в подземном пространстве, имеет приемлемую температуру.

Зимний период года отличается от летнего только тем, что входящая струя ввиду отрицательных температур наружного воздуха подогревается при нормальной работе калориферных установок.

В рудниках Старобинского месторождения процессы теплообмена зимой и летом во многом подобны происходящим на Верхнекамских. Однако проходят они при значении температур, практически вдвое большем. Поэтому, очевидно, наблюдается повышение температур в призабойных пространствах выработок до значений, выходящих за верхний предел нормируемых параметров. В рудниках Старобинского месторождения существуют

проблемы снижения температуры воздуха в призабойных пространствах горных выработок.

Используя данные, полученные при исследованиях, связанных с изучением влияния влажности воздуха на состояние атмосферы и транспортных путей подземных пространств, авторами которых являются И. И. Медведев, А. Е. Красноштейн, Н. Д. Лужецкая, можно представить общую картину изменения относительной влажности воздуха. Данный параметр важен потому, что выявлены значения порогового содержания влаги в воздухе, при превышении которого избыточная влага выпадает в горных выработках. Возникает это вследствие наличия в воздушной среде ядер конденсации, которые представлены соляным аэрозолем. Если в аэрозоле преобладает галитовая составляющая, то критическая относительная влажность воздуха примерно равна 75–77%, если сильвинитовая – 65–66, карналлитовая – 54–56%.

Выпадающая влага наносит ощутимый ущерб рудничному транспорту, системам электроснабжения и автоматики, вызывает коррозию металлических деталей и конструкций. Наибольшую опасность вызывает избыточная влага, проникающая в кровную часть автодорог рудника. Она вызывает резкое снижение сцепления колес с дорогой и, как следствие, увеличение тормозного пути автомобиля. Как показывает статистика, множественные аварии, происходящие особенно на уклонах или спусках, приурочены ко времени, когда в рудниках появлялись конденсационные рассолы. На сегодняшний день относительное содержание влаги в воздухе калийных рудников не является нормируемым параметром, хотя с точки зрения безопасности и наносимого ущерба так быть не должно.

На исходящих струях рудников температура в стволе снижается, а относительная влажность, соответственно, растет, достигая критических значений и превышая их. Поэтому зачастую в стволах наблюдается увлажнение стенок, имеет место накопление влаги, а иногда и капеж. Определить истинные масштабы процессов выпадения конденсата можно, вычислив разность влагосодержания на входе и выходе из ствола, увеличенную на объем воздуха, прошедшего через рудник за год. Результаты приведены в табл. 13.

Водоприток конденсата в вентиляционных стволах

Рудник	Влагосодержание, г/м ³		Разность, г/м ³	Расход воздуха в руднике, м ³ /с	Количество конденсата	
	Входящее	Исходящее			г/с	т/год
БКПРУ-1	5,3	4,1	1,20	466,6	55,9	1 765,63
БКПРУ-2	6,7	5,7	1,00	289,6	28,9	913,82
БКПРУ-4	6,8	5,3	1,50	440,9	66,1	2 085,33
СгКРУ-1	6,1	4,9	1,20	151,0	18,1	571,32
СгКРУ-2	6,0	5,2	0,75	233,3	17,4	551,85
СгКРУ-3	6,0	5,2	0,75	250,1	18,7	591,21
СгКРУ-1	8,7	6,5	2,20	420,1	92,4	2 913,26
СгКРУ-2	8,4	6,3	2,10	400,0	84,0	2 649,24
СгКРУ-3	9,3	6,8	2,50	410,1	102,5	3 233,28
СгКРУ-4 (3)	9,0	6,9	2,10	171,1	35,9	1 133,20
СгКРУ-4 (4)	12,6	8,1	4,50	342,2	153,9	4 856,29

В течение года в вентиляционных стволах рудников выпадает от 500 до 4 800 т воды. Например, на СгКРУ-4 (ствол 4) величина водопритока настолько существенна, что создает проблемы, связанные с размывом на контакте нижней части крепления ствола с соляным массивом. Только ремонт шахтных стволов требует ежегодных вложений до 70 млн р., а если учесть тот факт, что на время ремонта приостанавливается выдача руды, то наносимый ущерб удваивается и даже утраивается.

Экологические особенности подземных пространств порождают достаточно опасную для человека и техники атмосферу. В то же время существующие подходы к преодолению проблем, закрепленные на законодательном уровне, сформировались под влиянием парадигмы ужесточения мер после каждой экологической аварии. Иными словами, правила безопасности «написаны кровью». Подход оправдательный, но абсолютно ненаучный. Из-за многочисленности аварий и многофакторности причин этих событий количество переросло в «качество»: всё подземное пространство горнодобывающих предприятий отнесено к одинаковой и самой высокой степени экологической опасности. Меры контроля, надзора, средства защиты, интегрированные в горную промышленность, совершенно не учитывают особенностей каждого горного объекта. Поэтому сейчас со-

здание безопасных экологических условий – это, во-первых, очень дорогое удовольствие, а по этой причине практически невыполнимое; во-вторых, наносимый ущерб – масштабный даже при локальных событиях из-за слабого мониторинга; в-третьих, количество и качество вариантов развития сценария экологизации подземных пространств недостаточно высоко и не зависит от срока эксплуатации горного предприятия, а время – важный фактор, как и объем.

Приведенные аргументы позволяют заключить, что экономика горнодобывающего предприятия существенно зависит от методологии решения проблем экологической безопасности подземного пространства. Причем сегодня превалирует необоснованный затратный способ решения, который в изменившихся экономических условиях нежизнеспособен. Либо предприятие будет нести неоправданно высокие затраты, либо, наоборот, откажется от данного вида затрат, результат один – неконкурентоспособность: по первому сценарию – из-за высокой стоимости выпускаемого продукта, по второму – из-за постоянных экологических аварий, простоев и, главное, таких же больших затрат на ликвидацию аварий, если не бóльших, чем по первому сценарию. Альтернативы двум сценариям нет.

3.4. Эколого-экономическое обоснование безопасности в замкнутых пространствах (аспект охраны качества воздушной среды)

Как показывает опыт, для обеспечения устойчивого развития горнодобывающего предприятия современные системы регулирования безопасных экологических параметров недостаточно эффективны. Особенно это заметно, когда речь идет о долгосрочных ценностях и действиях. Сиюминутные решения не могут быть основой политики экологической безопасности. Однако в прошлом экологическая политика горной отрасли носила запретительно-разрешительный характер.

В конце 1990-х гг. в экологической политике безопасности подземных пространств развитых стран наметился переход от устранения последствий экологических аварий к их профилактике и предупреждению. Этот этап потребовал новых идей для пе-

ревода экономики горнодобывающих предприятий в устойчивое состояние в рамках экологических ограничений. Россия к такому этапу только приближается. Экологическая безопасность рудников и шахт обеспечивается старыми методами, а экономика предприятий уже подстраивается к рыночным связям.

Экономические инструменты управления в рыночных условиях (в противовес командно-административным) побуждают действовать более рационально. К их достоинствам относятся эффективность, гибкость, стимулирование новшеств. При правильном выборе экономического инструмента не нужны меры принуждения.

На основании опыта зарубежных стран нами рассматривались методологии применения экономических инструментов, в том числе таких, как платежи, субсидии и договоренность о допустимых концентрациях вредных веществ. Некоторые из них давали большой эффект (например, платежи за загрязнение от горнодобывающих предприятий в Нидерландах или опыт США в области договоренности о ПДК). Вместе с тем оказалось, что с учетом их назначения и фактического действия незначительная часть инструментов традиционной экономики предназначалась для регулирования безопасности экологической обстановки, а больше половины – для повышения доходов. Треть из них оказывала регулирующее действие, причем только на макроуровне. Большая часть исследуемых экономических форм воздействия предназначалась не для того, чтобы создавать новые стимулы безопасности, а для использования в целях увеличения средств для финансирования административных процедур. Во многих случаях для применения западного опыта требуется прочная правовая база, основанная на принципах ответственности, доступа к данным о качестве экологии подземной среды и т. д. Законодательная база Российской Федерации в области горной добычи и экологической безопасности не позволяет по аналогии перенести регулирование эколого-экономическими методами с зарубежных на отечественных горнодобывающие предприятия.

В России процесс приспособления традиционной экономики к экологическим приоритетам безопасности осложняется переходным периодом от командно-административно-плановой к рыночной экономике и глубоким экономическим кризисом.

Рынок требует наиболее экономичных и надежных средств достижения экологических императивов – социально необходимых уровней экологической безопасности подземного пространства горнодобывающего предприятия.

В рамках экономической реформы отечественные ученые ведут разработки по пересмотру и адаптации экономических инструментов управления природопользованием старой системы к новым эколого-экономическим требованиям. Сегодня предложен механизм выхода из создавшегося положения с помощью двух таких факторов, как:

стратегический, связанный с развитием производительных сил, обеспечивающий переход к новым уровням технологий, основанным на другой структуре безопасности. Этот фактор предполагает экономическое регулирование и стимулирование (например, с помощью налоговых и кредитных льгот) экологизации налоговой системы как инструмента усиления экономических стимулов для полноты комплексности использования ее возможностей;

тактический, связанный с рационализацией и оптимизацией использования элементов производительных сил (рабочей силы, природных ресурсов, производственных фондов).

Следует отметить, что в методологическом плане корни многих ошибок в экономике России связаны с недостаточностью разработанности системы критериев, на основе которых осуществляется выбор решений. Так, критерий экологической безопасности принимаемых решений при инвестициях не обоснован, а значит, нет основы для разработки экономического инструментария управления процессом создания безопасных условий в подземном пространстве.

Строгость обоснования критерия экологической безопасности подземного пространства достигается разработкой математической модели процесса и использованием ее для получения аналитических зависимостей, которые позволят дать оценку критерия:

- по времени действия – на относительно постоянные или периодические параметры;
- по пространственному положению – на находящиеся во входящих или исходящих струях, в главных, панельных или бло-

ковых выработках, в пределах границ рабочих зон и непосредственно в очистных и подготовительных выработках;

- по характеру фактора – на сосредоточенные и равномерно распределенные по длине, неподвижные и перемещающиеся.

Для построения экономико-математической модели динамики процесса развития экологической ситуации использованы две пространственные задачи – «идеального смещения» и «идеального вытеснения». Система горных выработок – подземное пространство (рис. 6) – условно делится на три основные зоны, в которых имеют место разные процессы развития экологической ситуации:

зона 1 – участок с активным движением струй;

зона 2 – пространство, по которому происходит перемещение основных масс воздуха и где происходит экологическое загрязнение;

зона 3 – пространство взаимодействия между первым и вторым пространством.

Огромное подземное пространство можно условно считать зоной с постоянными параметрами, близкой модели «идеального смещения», так как здесь непосредственно проходят активные воздушные струи, и здесь же находятся источники непрерывного выделения экологически вредных веществ (газов или аэрозоля).

На границе зоны 1 устанавливается постоянная скорость U_0 вовлечения в поток экологически вредных частиц в соответствии с законом Стокса:

$$U_0 = \frac{2\bar{r}^2(\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{г}})}{9\mu}, \quad (4)$$

где \bar{r} – средний линейный размер (радиус) частиц; $\rho_{\text{ч}}$ – плотность частицы; $\rho_{\text{г}}$ – плотность газа; μ – динамическая вязкость газа.

Поскольку радиус частиц r зависит от коагуляции частиц, скорость осаждения U_0 оказывается функцией концентрации пыли $C_{\text{к}}$ в данной зоне:

$$U_0 = f(C_{\text{к}}). \quad (5)$$

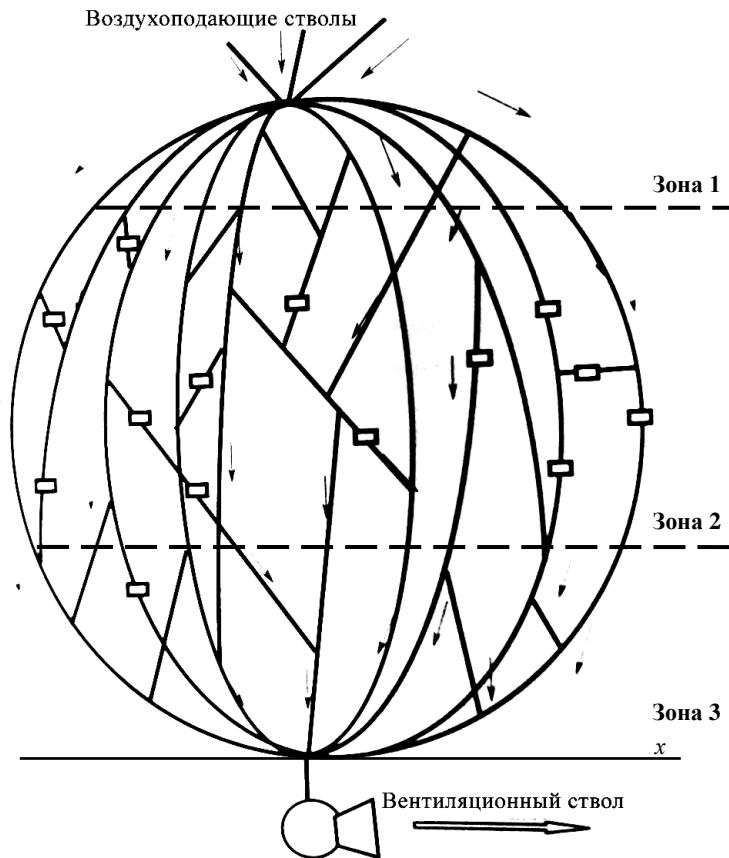


Рис. 6. Схема вентиляционной сети рудника:
зона 1 обозначена линиями; квадратами обозначены места ведения
горных работ; *зона 2*; стрелки – направления движения воздуха;
зона 3 – места контакта зон 1 и 2

В зоне 2 происходит частичное осаждение частиц, причем каждая частица оседает с постоянной скоростью U_0 , которую данная частица имеет при значении координаты $x = 0$. Условно эту зону можно отнести к зоне с постоянными параметрами и хорошим приближением к «идеальному вытеснению».

Для зоны 3 приемлемой моделью можно считать модель «идеального смешения». При этом границу зон 2 и 3 в первом

приближении считают подвижной. Ее координата x_A по оси X , или продолжительность по длине выработок зоны 2, будет искомым параметром предлагаемой модели.

Таким образом, мы определим длину горной выработки, на которой процессы переноса и разбавления до неопасных концентрацией воздушными потоками эффективны – основной параметр.

В рассматриваемой модели зоны 1 и 3 представляются как сосредоточенные в определенных границах, а зона 2 – с распределенными (по оси X) параметрами.

Далее проведем разработку модели по зонам.

Для зоны 1 запишем уравнения материального баланса переноса вещества в воздушной смеси, связанного с затратами энергии, а следовательно, экономическими показателями:

$$\frac{\partial C_1}{\partial t} = \frac{C_0 Q_0}{h_1 S} - \frac{U_0 C_1}{h_1} - \frac{U_c C_1}{h_1}; \quad (6)$$

$$\frac{\partial C_k}{\partial t} = \frac{k Q_c C_k}{h_1 S} + \frac{Q_k}{h_1 S}, \quad (7)$$

где C_1 – концентрация твердого вещества в зоне 1; C_0 – концентрация выделяющегося опасного вещества; объемный расход выделяющегося опасного вещества; h_1 – удельные затраты на перемещение 1 м³ опасной смеси; S – площадь поперечного сечения выработки; U_c – скорость уноса твердого вещества в зону 2; C_k – концентрация газовой или аэрозольной смеси на границе зоны 2; k – коэффициент пропорциональности; Q_c – количество обезвреженного опасного вещества (либо осаждение, либо растворение до неопасных концентраций); Q_k – объемный расход газовой или аэрозольной смеси на границе зоны 2.

Второй и третий члены правой части уравнения (6) описывают затраты на унос воздушной газо- или аэрозольной смеси из зоны 1 в зону 2 и обезвреживание частиц опасного вещества. Можно принять при прочих равных условиях, что количество обезвреженного вещества Q_c – величина постоянная, т. е. возмущения по объемному расходу Q_0 отсутствуют, что наблюдается на практике.

В соответствии с выражением (5) указанные две формулы не являются независимыми. В зоне 2 концентрация $C(x, t)$ и скорость $U(x, t)$ частиц опасного вещества связаны уравнением

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial(CU)}{\partial X} = 0, \quad (8)$$

с граничными условиями при $x=0$; $C(0, t) = C_1(t)$ и $U(0, t) = U_0(t)$.

Данное выражение является уравнением неразрывности на прямой и описывает законы сохранения масс и энергии. Его можно переписать следующим образом:

$$\frac{\partial \ln C}{\partial t} + \frac{\partial \ln C}{\partial X} = \frac{\partial U}{\partial X}. \quad (9)$$

В таком виде выражение может быть дополнено уравнениями динамики экономической системы управления опасными экологическими параметрами. Но вначале произведем упрощения. Принятая аппроксимация предполагает весьма специальный характер зависимости $U(x, t)$, поскольку считается, что в зоне 2 каждая частица движется с постоянной скоростью

$$U = U_0(t_0), \quad (10)$$

где t_0 – момент пересечения данной частицей линии $x = 0$.

Поэтому имеем

$$x = U_0(t - \tau)\tau \quad (11)$$

или

$$U(x, t) = U_0(t - \tau), \quad (12)$$

где t – момент пересечения частицей уровня безопасного состояния; τ – время движения частицы экологически опасного вещества, т. е. $\tau = t - t_0$.

Выражение (11) представляет собой уравнение траектории отдельной частицы вещества, проходящей границу зон 1 и 2 при времени $t = t_0$.

Уравнение (9) вместе с граничными условиями допускает решение в явном виде, которое можно получить методом характеристик.

Для того чтобы вычислить значение искомой функции в некоторой точке (x, t) , поступаем следующим образом.

Через указанную точку (x, t) строим характеристику уравнения (9) до пересечения с точкой (x_0, t_0) , в которой функция C уже известна из начальных или краевых условий. Такая точка лежит, очевидно, либо на прямой $t = 0$, либо на прямой $x = 0$.

Характеристика уравнения (9) представляет собой прямую, имеющую для рассматриваемого случая вид:

$$x = U_0(t_0)\tau; \quad (13)$$

$$t = t_0 + \tau. \quad (14)$$

При этом предполагается, что через каждую точку области $t \geq 0; 0 \leq x \leq x_A$ проходит только одна характеристика. Это значит, что в указанной области частицы вещества не догоняют друг друга.

Исходя из данного предположения, сделаем заключение, что выражение (11) может быть однозначно разрешено относительно τ . Для этого необходимо получить соответствующие производные $\partial\tau/\partial x$ и $\partial\tau/\partial t$.

Запишем уравнение (11) в следующем виде:

$$x - U_0(t - \tau)\tau = 0,$$

тогда $\partial x + U'_0(t - \tau)\tau\partial\tau - U_0(t - \tau)\partial\tau - U'_0(t - \tau)\tau\partial\tau = 0$.

Отсюда

$$\frac{\partial\tau}{\partial x} = \frac{1}{U_0(t - \tau) - \tau U'_0(t - \tau)}; \quad (15)$$

$$\frac{\partial \tau}{\partial t} = \frac{1}{\tau_0(t-\tau) - \tau U'_0(t-\tau)}, \quad (16)$$

где U'_0 – начальная скорость опасной частицы при выполнении условий уравнений (13) и (14).

Теперь уравнение (9) интегрируется вдоль характеристики, т. е. делается замена переменных по (13) и (14) с учетом эколого-экономических параметров. В результате должно получиться обыкновенное дифференциальное уравнение. Для того чтобы сделать требуемую замену переменных, необходимо выразить частные производные уравнения (9) по переменным t и x через производные от той же функции новой переменной. Вначале уравнение (9) переписывается в виде

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \tau} \times \frac{\partial \tau}{\partial t} + U \frac{\partial \ln C}{\partial \tau} \times \frac{\partial \tau}{\partial X} = - \frac{\partial U(t-\tau)}{\partial \tau} \times \frac{\partial \tau}{\partial X}. \quad (17)$$

Подставив в выражение (17) значение производных по формулам (15) и (16), получим:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial \ln C}{\partial \tau} \times \frac{U'_0(t-\tau)\tau}{U_0(t-\tau) - \tau U'_0(t-\tau)} + \frac{\partial \ln C}{\partial \tau} \times \frac{U_0(t-\tau)}{U_0(t-\tau) - \tau U'_0(t-\tau)} = \\ & = \frac{U'_0(t-\tau)}{U_0(t-\tau) - \tau U'_0(t-\tau)}, \end{aligned}$$

отсюда

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \tau} = \frac{U'_0(t-\tau)}{U_0(t-\tau) - \tau U'_0(t-\tau)}. \quad (18)$$

Исходное уравнение в частных производных (9) вдоль характеристики, отвечающей выражениям (13) и (14), приняло вид обыкновенного дифференциального уравнения с той же неизвестной функцией $C(0, t)$ и только с одной независимой переменной τ :

$$\frac{d \ln C}{d\tau} = \frac{U'_0(t_0)}{U_0(t_0) - \tau U'_0(t_0)}, \quad (19)$$

проинтегрируем с начальными условиями, получаемыми из граничных условий (8) при $x=0$; $C(0) = C_{\tau=0} = C_1(t_0)$ и $U(0) = U_{\tau=0} = U_0(t_0)$. Интеграл будет иметь вид:

$$\ln C = \int \frac{U'_0(t_0)}{U_0(t_0) - \tau U'_0(t_0)} d\tau \quad \text{или} \quad C = \frac{F(t_0)}{U_0(t_0) - \tau U'_0(t_0)}, \quad (20)$$

где $F(t_0)$ – произвольная функция интегрирования, определяемая из начальных условий $\tau=0$; $F(t_0) = C_1(t_0)U_0(t_0)$, отражающая затраты на создание безопасных экологических условий во всем подземном пространстве.

Тогда окончательное решение уравнения (19) примет вид:

$$C = \frac{C_1(t_0)U_0(t_0)}{U_0(t_0) - \tau U'_0(t_0)}. \quad (21)$$

Теперь, чтобы найти решение исходного уравнения (9), достаточно вернуться в уравнение (21) к переменным t и x . Учитывая $t_0 = (t - \tau)$, получаем:

$$C(t, x) = \frac{C_1(t-x)}{1 - \tau \frac{U'_0(t-x)}{U_0(t-x)}}; \quad x = U_0(t-x)\tau. \quad (22)$$

Уравнение материального баланса в зоне 3 может быть записано в следующем виде:

$$\frac{d(C_3 h S)}{dt} = -C_3 \times \vartheta \times S + C_A(t)U_A(t)S, \quad (23)$$

где $C_A(t) = C(x_A, t)$ – текущая величина концентрации, вычисляется из (22), а $U_A(t)$ – вычисляется из (12) при $x = x_A$ – скорость обезвреживания опасной частицы; C_3 – концентрация опасных частиц в зоне 3, она же выходная концентрация – основной регулируемый параметр системы экологической безопасности по плотности потока на выходе из выработки; h – удельные расходы на перемещение 1 м^3 опасной смеси в зоне 3; ϑ – скорость истечения воздушной опасной смеси; S – площадь поперечного сечения подземного пространства.

Поскольку h , кроме прочего, является функцией времени, необходимо получить еще одно уравнение, связывающее h и C_3 . Его можно получить, основываясь на следующих законах сохранения материи в пространстве.

1. Закон сохранения массы:

$$C_A \left(U_{+A} - \frac{\partial X_A}{\partial t} \right) = C_3 \left(U_{-A} - \frac{\partial X_A}{\partial t} \right), \quad (24)$$

где U_{+A} – скорость частиц непосредственно до линии раздела опасных и безопасных условий экологии подземного пространства; U_{-A} – скорость частиц непосредственно после линии данного раздела; X_A – координата длины выработки.

2. Закон сохранения импульса:

$$\rho_T C_A \left(U_{+A} - \frac{\partial X_A}{\partial t} \right) (U_{+A} - U_{-A}) = H(C_3) - H(C_A), \quad (25)$$

где ρ_T – плотность опасных частиц; $H(C_3)$ – сила («давление»), действующая в зоне 3 и определяющая в основном затраты на перемещение 1 м^3 опасной воздушной среды; $H(C_A)$ – сила, действующая из зоны 2 на зону 3.

Уравнение (25) можно пояснить следующим образом: левая часть есть импульс, отдаваемый налетающими частицами опасного вещества единице массы на линии раздела за единицу времени; правая часть – это сила, действующая на ту же массу непосредственно в зоне 3 и показывающая величину затрат непосредственно

ственно на создание безопасных экологических параметров в данной точке подземного пространства.

Исключая U_{-A} из уравнений (24) и (25), получим:

$$\rho_T C_A \left(U_{+A} - \frac{\partial X_A}{\partial t} \right)^2 \left(1 - \frac{C_A}{C_3} \right) = H(C_3) - H(C_A). \quad (26)$$

Заметим, что $\frac{\partial X}{\partial t} = -\frac{\partial h}{\partial t}$. Поскольку при аппроксимации $C_3 \gg C_A$, можно пренебречь ввиду ее незначительности по сравнению с $H(C_3)$ и C_A/C_3 величиной $H(C_A)$.

После этих дополнительных упрощений выражение (26) запишется в виде

$$\frac{\partial h}{\partial t} = -U_A + \sqrt{\frac{H(C_3)}{\rho_T C_A}}. \quad (27)$$

Вернемся к зоне 1. Баланс по частицам опасного вещества в этой зоне может быть представлен в виде

$$\frac{\partial}{\partial t} = \int_{-h}^0 C_c(x, t) dx = C_1 U_1 - \frac{C_0 Q_0}{S}, \quad (28)$$

где $C_c(x, t)$ – текущая величина концентрации опасных веществ в зоне 1; Q_0 и C_0 – объемный расход и концентрация частиц, образовавшаяся при разрушении горного массива; $-h$ – удельные затраты, в данном случае – только на перемещение частиц опасного вещества.

Составим баланс объемных расходов:

$$Q_c = Q_0 - Q_p, \quad (29)$$

где Q_p – объемный расход выходящего из выработки потока, несущего опасные вещества.

Далее примем, что в зоне 1 концентрация твердых частиц $C_c(x, t)$ распределена линейно, т. е. $C_c = C_1 + R(t)x$, где $R(t)x$ – зависящий от времени и экономических затрат коэффициент пропорциональности. Тогда можно записать $C_c = C_1 - hR$.

Из выражения (28) с учетом значения C_c получим:

$$\frac{\partial C_1}{\partial t} + \frac{h}{2} \frac{\partial R}{\partial t} = \frac{C_1 U_1}{h} - \frac{C_c Q_c}{hS}. \quad (30)$$

Модель, представленную уравнениями (6), (7), (22), (23), (27), (29), (30), можно линеаризовать в окрестности для стационарного режима образования экологически опасных веществ при непрерывной отбойке руды, у которого выходная концентрация опасных частиц C_0 есть заданная величина.

Линеаризованные уравнения модели примут следующий вид:

а) для зоны 1:

$$\begin{aligned} T_1 \frac{\partial \bar{C}_1}{\partial t} + \bar{C}_1 &= A_1 \bar{x} - A_2 \bar{C}_2; \\ T_2 \frac{\partial \bar{C}_2}{\partial t} + \bar{C}_2 &= B_2 \bar{Q}_2, \end{aligned} \quad (31)$$

где $T_1 = \frac{h}{U_0 + U_3}$; $A_1 = \frac{1}{S(U_0 + U_3)}$;

$$A_2 = \frac{C_1}{U_0 + U_3} \left[\left(\frac{dU_0}{dC_3} \right)_{C_3=C_0} + \left(\frac{dU_3}{dC_3} \right)_{C_3=C_0} \right]; \quad T_2 = \frac{hS}{kQ_3}; \quad B_2 = \frac{1}{kQ_3};$$

C_1 – стационарное значение концентрации экологически опасного вещества; dC_3 – отклонение концентрации от стационарного значения; k – коэффициент пропорциональности.

В уравнение (31) введена переменная $x = Q_3 C_0$; A, B – коэффициенты линеаризации; T – затраты на создание экологически безопасных условий в любой точке подземного пространства;

б) для зоны 2 уравнение (22) линеаризуем при $x = x_A$, т. е. на «входе» в зону 3. Так как значение C у границы зоны 3 по опи-

санним выше причинам очень важно, то имеем следующее уравнение:

$$\begin{aligned}\bar{C}_A = \bar{C}(x, t) &= \bar{C}_1(t - \tau_A) + M_1 \frac{d\bar{U}_0(t - \tau_A)}{dt}; \\ \bar{U}_A &= U(x_A, t) = \bar{U}_0(t - \tau_A),\end{aligned}$$

где $M_1 = \frac{\tau_A C_A}{U_0(t - \tau_A)}$ с учетом того, что согласно выражению (5)

$$\bar{U} = \left(\frac{dU_0}{dC_3} \right)_{C_3=C_0}, \text{ можно записать:}$$

$$\begin{aligned}\bar{C}_A &= \bar{C}_1(t - \tau_A) + M_2 \frac{d\bar{C}_3(t - \tau_A)}{dt}, \text{ или} \\ \bar{U}_A &= M_3 \bar{C}_3(t - \tau_A),\end{aligned} \quad (32)$$

где $M_2 = \frac{\tau_A C_A}{U_0(t - \tau_A)} \left(\frac{dU_0}{dC_3} \right)_{C_3=C_0}$; $M_3 = \left(\frac{dU_0}{dC_3} \right)_{C_3=C_0}$;

в) для зоны 3 уравнения (23), (27) линеаризуем на «выходе»:

$$C_3 \frac{d\bar{h}}{dt} + h \frac{d\bar{C}_3}{dt} = L_1 \bar{C}_A + L_2 \bar{C}_3(t - \tau_A) - L_3 \bar{C}_3 - L_4 \bar{S}; \quad (33)$$

$$\frac{d\bar{h}}{dt} = L_5 \bar{C}_3 + M_3 \bar{C}_3(t - \tau_A) - L_6 \bar{C}_A. \quad (34)$$

Решая совместно уравнения (33) и (34), получим окончательно:

$$T_3 \frac{d\bar{C}_3}{dt} + \bar{C}_3 = N_1 \bar{C}_A + N_2 \bar{C}_3(t - \tau_A) - N_3 \bar{S}, \quad (35)$$

где $L_1 = \frac{U_0^*(t-\tau)}{C_0^*}$; $L_2 = \frac{C_A}{C_0} \left(\frac{dU_0}{dC_3} \right)_{C_3=C_0}$; $L_3 = \frac{\left(\frac{d\vartheta}{dS_p} \right)_{S_p=S \times S_1}}{C_3 S}$;

$L_4 = \frac{\left(\frac{d\vartheta}{dS_p} \right)_{S_p=S_1}}{S}$; $L_5 = \frac{\left(\frac{dH}{dC_3} \right)_{C_3=C_0}}{2\rho U_0(t-\tau_A)}$; $L_6 = \frac{U_0(t-\tau_A)}{2C_A}$;

$M_3 = \left(\frac{dU_0}{dC_3} \right)_{C_3=C_0}$; $T_3 = \frac{h}{L_5 + L_3}$; $N_1 = \frac{L_6 + L_1}{L_5 + L_3}$; $N_2 = \frac{L_2 + M_3}{L_5 + L_3}$;

$N_3 = \frac{L_4}{L_5 + L_3}$.

Окончательно на «выходе» имеем:

$$\frac{d\bar{C}_1}{dt} + \frac{h}{2} \frac{d\bar{R}}{dt} = \frac{U_c}{h} \bar{C}_1 + \frac{\bar{C}_1}{h} \left(\frac{dU_c}{dC_3} \right)_{C_3=C_0} \times \bar{C}_3 - \frac{Q_c}{Sh} \bar{C}_c - \frac{C_c}{Sh} \bar{Q}_c.$$

Исключив постоянную \bar{R} из последнего уравнения, имеет:

$$\begin{aligned} & \frac{3}{2} \frac{d\bar{C}_1}{dt} - \frac{1}{2} \frac{d\bar{C}_c}{dt} = \\ & = \frac{U_c}{h} \bar{C}_1 + \frac{C_1}{h} \left(\frac{dU_c}{dC_3} \right)_{C_3=C_0} \times \bar{C}_3 - \frac{Q_c}{Sh} \bar{C}_c - \frac{C_0}{Sh} \bar{Q}_c. \end{aligned} \quad (36)$$

Преобразуя уравнения (28), (32), (33) по теореме Лапласа, считая начальные условия нулевыми, обозначив через s комплексную переменную преобразования Лапласа, получим:

$$\bar{C}_1(s) = \frac{A_1 x(s)}{1 + sT_1} - \frac{A_2 \bar{C}_k(s)}{1 + sT_1}. \quad (37)$$

Здесь преобладает диффузное перемещение экологически опасных веществ с очень малыми скоростями витания частиц.

Концентрация веществ в подземном пространстве не больше допустимых величин, она в десятки и сотни раз меньше повышенной опасности.

Таким образом, разработанная нами экономико-математическая модель, построенная на базе описания фундаментальных физических процессов и законов, отражает эколого-экономические затраты на создание безопасных условий в подземном пространстве горнодобывающего предприятия. В результате получена зависимость, которую можно представить как строгое выражение экономического критерия экологической безопасности подземного пространства (37). Левая часть уравнения выступает отражением концентрации опасных веществ в любой точке среды, правая позволяет через задание текущих параметров физического состояния экологии подземного пространства оценить возможные затраты на обезвреживание опасных веществ.

Для оценки эффективности использования данного критерия произведем гипотетическое сравнение различных решений экономико-математической задачи с вариацией всех возможных и даже недопустимых входных параметров системы экологической безопасности. Убедимся в физическом и экономическом смыслах математического выражения.

За основу возьмем три гипотетических сценария.

1. Всё подземное пространство является экологически опасным, во всем его объеме одинаковые возможности появления и накопления вредных веществ. Именно это следует из существующих нормативных документов и законодательных актов.

2. Вредные вещества выделяются только в том количестве, которое может содержаться в окружающем горном массиве, причем выход их в атмосферу неравномерный.

3. Экологически опасные концентрации вредных веществ появляются только при разрушении окружающего горного массива в зонах ведения горных работ (рабочих зонах).

Каждый изложенный сценарий обнаруживает развитие ситуации, при которой рано или поздно должна наступить экологическая авария, т. е. это крайние случаи. С помощью разработанного критерия дается относительная оценка экономических затрат, связанных с ликвидацией аварии (рис. 7), и тем самым предлагается классификация методов экологической безопасности.

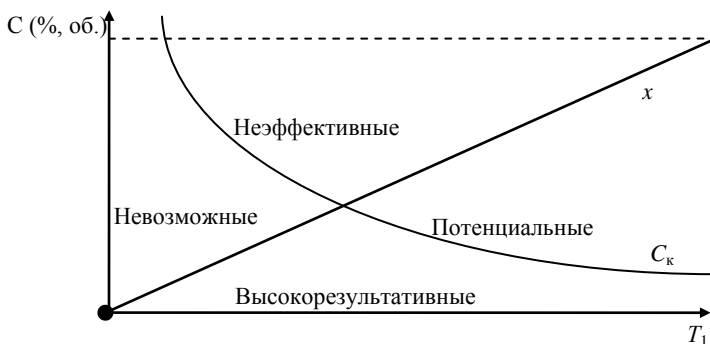


Рис. 7. Классификация методов создания экологической безопасности подземного пространства на основании эколого-экономического критерия

Высокореzультативные методы создания экологически безопасных условий подземного пространства характеризуются не только относительно низкими затратами, но и сравнительно небольшим уровнем концентрации вредных веществ в подземном пространстве. Такие методы наиболее предпочтительны. Потенциальные методы требуют больших трат по сравнению с высокореzультативными, однако эти методы вполне приемлемы.

Систематизируя существующие методы создания безопасных условий в подземном пространстве как общерудничные, мы можем их отнести к неэффективным, так как огромные затраты, размытые по всему пространству, не способствуют достижению цели — обезвреживанию вредных веществ, снижению или недопущению их опасных концентраций.

Подходы к созданию высокоэффективных методов должны быть построены на основании предложенного критерия.

3.5. Анализ и оценка экономических и социальных проблем экологической безопасности в замкнутых пространствах

Специфика экономики рудничной экологии как объекта исследования (выражающаяся в разнохарактерных взаимосвязях

различных уровней управления, особенностях горнопромышленного влияния на решения, принимаемые на каждом уровне и др.) значительно сужает возможности применения традиционных подходов, методов и моделей микро-, макро- и миниэкономической теории для анализа и выработки решений. На такой основе трудноосуществимы решения многих актуальных и приоритетных задач экономики рудничной экологии. При этом решение задач только в рамках одного уровня иерархии, без учета взаимосвязей в рамках экономической системы горного предприятия как целостного явления путем простого механистического перенесения моделей поведения микроэкономических агентов на миниуровень, не приносит результатов.

Активный уход от административной системы хозяйствования в горной промышленности повлек за собой ослабление, а подчас и ликвидацию сложившихся хозяйственных связей и контрольных функций государственного аппарата. При этом горные предприятия проявили беспомощность в условиях развивающейся конкуренции, в результате прекратила существование горная отрасль как объект экономического и экологического управления. Рудники и шахты стали экономически самостоятельными и в то же время экологически зависимыми. Экологическая зависимость стала выражаться в невозможности финансирования одним или даже группой предприятий необходимых разработок в сфере экологической безопасности подземных пространств, а следовательно, отставанием от конкурентов в экономически развитых странах в вопросах безопасности подземного пространства.

Многолетняя эксплуатация рудников и шахт в бывшем СССР и России сопровождалась постоянными исследованиями состояния среды подземных пространств. Динамика развития производственных мощностей, расширение горных работ, техническое перевооружение – всё это существенно влияет на состав атмосферы, качественные параметры воздуха и применение методов управления системой экологической безопасности.

Ретроспектива развития горнодобывающих предприятий в XX в. выглядела следующим образом.

Начало XX в. – преобладают мелкие шахты и почти механизированный труд, высокие прибыли обеспечиваются потогонной системой и экономией на безопасности труда. Всё это

сопровождается бесчисленными и ужасными авариями. Нарождается понимание значимости экологической безопасности подземного пространства через неизбежность получения существенного ущерба при игнорировании хронической тенденции.

Середина 20-х гг. XX в. – появилась значительная часть средних по мощности производства горнодобывающих предприятий. Применяются технические устройства, но преобладает ручной или гужевой труд. Прибыль получается от прибавочной стоимости большого количества работников и опять же – от экономики на системах экологической безопасности. Экологические аварии приносят еще больший ущерб, так как капитализация таких горных предприятий в сотни раз больше, чем мелких. Социум негативно реагирует на складывающуюся ситуацию (забастовки шахтеров в Англии, Германии, Австро-Венгрии). Предреволюционная ситуация – «верхи не могут, низы не хотят» мириться с высокой смертностью на горном производстве и минимальным уровнем оплаты труда. Россия вообще попала в социальный проект, который с точки зрения решения проблем экологической безопасности оказался тупиковым. Совокупность социально-экономических предпосылок формирует четкое понимание существенности требований экологической безопасности. Зарождаются научные школы для постановки и решения возникших задач: в СССР – под руководством академика А. А. Скачинского, во Франции – общество аэрологии горных предприятий; в ЮАР – школа вентиляции.

К началу Великой Отечественной войны на планете, как и в СССР, десятки шахт имеют объемы подземных пространств, по размерам близкие поселкам в 50–70 тыс. чел., и высоту в 2–3 этажа. При объемах пустот уже не срабатывают отработанные на мелких и средних предприятиях методы экологизации подземного пространства. Существенными стали фактор масштаба и то, что в рудниках появилось достаточно большое количество техники, энергоемких машин и механизмов. Прибыль возникает от интеллектуальной прибавочной стоимости, которая тем выше, чем меньше экологической опасности несет в себе технология добычи, применяемая специальная надежная и безопасная техника, и выше объемы извлечения из недр полезного ископаемого. Четко выявилась тенденция сокращения удельных

затрат на добычу и поддержание рудников при увеличении размеров подземного пространства. В то же время экологические аварии, происходящие не снижающимися темпами, а наоборот, растущими, из-за увеличения количества горных производств и всё большей потребности в них заставили нормировать показатели качества воздушной среды, разрабатывать всё более совершенные методы и средства контроля, обучать персонал и иметь на каждом производстве и предприятии специальные службы, разрабатывать сценарии и планы эффективной ликвидации экологических аварий. Весь перечисленный комплекс плюс НТР не переломили негативную тенденцию. Задача решалась медленно, так как все разрабатываемые методы сводились к увеличению затрат, что противоречило социалистическим отношениям.

К концу XX в. крупные горнодобывающие предприятия составляли большинство. Механизация достигла общепромышленного уровня, энерговооруженность среднестатистического горняка на добыче перевалила 700–1 000 кВт. Но число занятых на горных работах не уменьшилось, так как мировые объемы добычи возросли за 50 лет почти в 100 раз, и людей для выполнения такого размаха работ требуется еще достаточно много. Системы мониторинга экологической обстановки в подземных пространствах усовершенствовались и стали применяться повсеместно. Каждый подземный рабочий и специалист обеспечивается индивидуальными средствами самоспасения, контроля, предупреждения и сигнализации. Подготовка персонала происходит на постоянной основе, на базе нормативных и законодательных актов, принятых в большинстве стран мира и на международной основе. Но печальная статистика озвучивается всеми СМИ. Реальная картина еще серьезнее, так как кроме массовой гибели происходят отдельные случаи, о которых не трубят так сильно – это не сенсация. Происходит медленное ухудшение здоровья под воздействием отравления вредными примесями в воздухе подземных пространств. Появляются заболевания, связанные с негативным климатом подземных полостей. Это почти за пределами статистики. Продолжительность жизни шахтеров за XX в. не увеличилась. Прибыль на горнодобывающих предприятиях получают в том числе за счет использования здоровья и части непрожитой жизни людей. Командно-административ-

ный подход перестал действовать, экономические стимулы не появились. При этом сами подземные объекты претерпели столь существенные изменения, что стало необходимо переосмыслить принципы построения систем экологической безопасности, а учитывая большой резонанс и существенные капиталовложения в данные системы, их необходимо привести к экономичным параметрам. На переломе веков актуальность экономики рудничной экологии только возросла. Стало очевидным, что только при сращении экологических проблем безопасности с экономическими выгодами можно найти решение.

Современное состояние экологии на рудниках в основном обеспечивается интенсивным проветриванием, которое, например, может быть охарактеризовано технико-экономическими данными, приведенными в табл. 14–16.

Таблица 14

**Технико-экономическая характеристика экологии рудников
Старобинского месторождения**

Показатель	СтКРУ-1	СтКРУ-2	СтКРУ-3	СтКРУ-4
Производительность ГВУ, м ³ /с	516,7	466,7	466,7	611,7
Потребляемая двигателями вентиляторов электроэнергия, кВт·ч	4 100	3 200 + 2 600	2 670	2 300 + 3 100
Количество воздуха, поступающего в шахту, м ³ /с	450,1	400,0	410,1	433,3
Утечки воздуха, %				
внешние	13	17	16	41
внутренние	12	15	14	12
Годовые затраты при цене электроэнергии 1 кВт·ч = 1 р., млн р. в год	35,9	41,4	26,8	39,9

В среднем около 3 000 кВт·ч электроэнергии затрачивается на каждом руднике. Поскольку время работы вентиляторов непрерывно и равно календарному году, т. е. 365 сут = 8 760 ч, то общие затраты электроэнергии на проветривание равны 260,17 млн кВт·год. При цене 1 кВт·ч, равной 1 р., расходы составляют 260 млн р. в год. В удельном выражении это выглядит так: суммарное добываемое количество руды всеми исследуе-

мыми рудниками за год составляет около 55 млн т, и, следовательно, на каждую добытую тонну руды приходится 4,7 кВт электроэнергии, или около 5 р. только по показателю проветривания. Причем отбойка той же тонны обходится от 2 до 3 р.

Таблица 15

**Технико-экономическая характеристика экологии рудников
Верхнекамского месторождения, г. Березники**

Показатель	БКПРУ-1	БКПРУ-2	БКПРУ-3
Производительность ГВУ, м ³ /с	516,6	393,3	482,1
Потребляемая двигателями вентиляторов электроэнергия, кВт·ч	3 400, 1 400, 1 600	1 610	3 150
Количество воздуха, поступающего в шахту, м ³ /с	466,6	289,6	440,9
Утечки воздуха, %			
внешние	9	28	9
внутренние	41	12	34
Годовые затраты при цене электроэнергии 1 кВт·ч = 1 р., млн р. в год	29,8	19,8	27,0

Таблица 16

**Технико-экономическая характеристика экологии рудников
Верхнекамского месторождения, г. Соликамск**

Показатель	СПКРУ-1	СПКРУ-2	СПКРУ-3
Производительность ГВУ, м ³ /с	533,3	383,3	433,3
Потребляемая двигателями вентиляторов электроэнергия, кВт·ч	3 000	1 500	2 670
Количество воздуха, поступающего в шахту, м ³ /с	151,0	233,3	250,1
Утечки воздуха, %			
внешние	69	51	53
внутренние	17	20	12
Годовые затраты при цене электроэнергии 1 кВт·ч = 1 р., млн р. в год	27,0	14,2	25,3

Общая потребляемая двигателями вентиляторов главного вентилирующего устройства (ГВУ) электроэнергия превышает 29 700 кВт·ч. В год общие затраты на энерговооруженность экологической безопасности составят более 30 млрд р.

Производительность ГВУ рудников составляет от 300 до 550 м³/с, в то же время в рудник подается от 150 до 460 м³/с. Внешние утечки воздуха колеблются от 50 до 170 м³/с, или от 10 до 50% производительности ГВУ. Внутриврудничные утечки также достигают больших размеров – до 30–40%.

Потери электроэнергии на внутриврудничные и внешние утечки воздуха в виде дополнительной мощности электродвигателей ГВУ можно определить через величину утечек, выраженную в процентах к производительности вентиляторов ГВУ (табл. 17, 18).

Таблица 17

Утечки воздуха в рудниках, % производительности ГВУ

Рудник	Внутренние утечки	Внешние утечки
БКПРУ-1	41,0	9,0
БКПРУ-2	12,0	28,0
БКПРУ-4	34,0	9,0
СКПРУ-1	17,0	69,0
СКПРУ-2	20,0	51,0
СКПРУ-3	12,0	53,0
СгКПРУ-1	12,0	13,0
СгКПРУ-2	15,0	17,0
СгКПРУ-3	14,0	16,0
СуКПРУ-4 (2-й горизонт)	12,0	42,0
СуКПРУ-4 (3-й горизонт)	14,0	38,0
<i>В среднем</i>	18,5	31,5

Суммарные утечки воздуха, составляющие вентиляционный резерв, имеют величину, равную половине производительности ГВУ. Значит, из 4,7 кВт, приходящихся на 1 т руды, 2,35 кВт не используются в проветривании вообще.

В то же время в рудниках дополнительно применяются вентиляторы местного проветривания (ВМП), которые имеют мощность 7–24 кВт. Время работы – практически постоянно, количество одновременно работающих ВМП приведено в табл. 18.

На рудниках в основном классические схемы проветривания: центральная и фланговая. Наиболее устойчивой, надежной и характеризующей минимальными утечками воздуха считается фланговая схема.

**Количество вентиляторов местного проветривания рудников
в различные периоды эксплуатации шахт**

Рудник	1985–1990 гг.	1991–1999 гг.
СКПРУ-1	21–25	16–18
СКПРУ-2	23–31	12–18
СКПРУ-3	31–34	27–29
БКПРУ-1	34–37	35–39
БКПРУ-2	27–29	32–34
БКПРУ-4	12–14	32–37
СгКПРУ-1	19–23	27–29
СгКПРУ-2	23–25	23–36
СгКПРУ-3	19–23	23–17
СукПРУ-4	13–16	25–27
<i>Итого</i>	230–250	225–235

Однако на калийных рудниках, обладающих сравнительно небольшими аэродинамическими сопротивлениями (от 0,0002 до 0,2 Н·с²/м⁸), центральная схема наиболее распространена. Здесь имеет место специфика проветривания рудников большой мощности:

- требуется большое количество воздуха;
- сложная топология вентиляционных сетей с множеством потребителей воздуха;
- большие внутрирудничные и внешние утечки воздуха;
- значительные затраты энергии на обеспечение проветривания (табл. 19);
- доля экологических затрат в себестоимости готовой продукции приближается к 10%.

Свойственные вентиляционным сетям сопротивления воздуха возникают вследствие достаточно больших суммарных проходных сечений аэродинамически связанных горных выработок. Средняя величина свободных сечений по длине вентиляционного пути колеблется от 60 до 80 м², однако очистные или подготовительные одиночные выработки имеют проходное сечение в 3–4 раза меньше. В то же время проходные сечения близлежащих выработок от зон ведения горных работ, непосредственно связанных с очистными, имеют проходные сечения в 2–2,5 раза больше средней величины.

**Затраты энергии на проветривание
и их доля в энергетическом балансе потребляемой рудниками
электрической и тепловой энергии**

Рудник	Энергия, потребляемая				
	рудником, кВт·год	двигателями ГВУ		калориферными установками	
		кВт·год	доля в потреблении рудника, %	кВт·год	доля в потреблении рудника, %
БКПРУ-1	95 046 000	27 156 470	28,5	7 156 470	7,5
БКПРУ-2	94 879 230	14 024 760	14,7	5 640 200	5,1
БКПРУ-4	101 567 340	2 828 070	27,8	6 635 030	6,6
СКПРУ-1	44 678 480	29 673 110	66,4	3 245 020	7,2
СКПРУ-2	79 020 330	16 897 350	21,3	5 489 030	6,9
СКПРУ-3	89 254 700	15 438 330	17,2	2 789 080	3,1
СгКПРУ-1	92 136 890	27 156 470	29,5	2 359 930	2,6
СгКПРУ-2	86 000 230	14 236 800	16,6	2 134 440	2,5
СгКПРУ-3	87 450 490	15 898 980	18,2	2 215 900	2,5
СуКПРУ-4	114 005 600	33 678 930	29,5	2 589 050	2,3

Таким образом, разница сечений между очистными и окружающими их выработками может составить 6–10 раз. Соответственно, сопротивление этих путей движения воздуха существенно отличается – почти на порядок. А значит, затраты на перемещение воздуха в разных выработках, разнятся на порядок. Наибольшие сопротивления присущи вентиляционным стволам, где проходные сечения не более 37 м², и вентиляционным каналам ГВУ, где сечения снижаются до 18–24 м².

Аэродинамическое сопротивление основных горных выработок характеризуется сравнительно небольшими значениями коэффициента α – в пределах 0,0004–0,0014. В конвейерных выработках коэффициент α возрастет до 0,002.

Особенности построения рудников состоят в том, что количество воздуха, проходящее по выработкам по длине вентиляционного пути, постепенно сокращается и имеет минимальное значение в очистных и подготовительных выработках. А затем опять расход возрастает. Это же относится к средней скорости воздушных потоков, которая в основных выработках вентиляционного пути имеет показатели от 1,5 до 4 м/с, а в районах ве-

дения горных работ в 7–10 раз меньше, т. е. там, где возникает опасность, расходы воздуха искусственно занижаются.

Суммарные объемы путей движения воздуха в рудниках, без учета путей утечек воздуха, составляют не менее 6 100 000 м³. Поэтому время полного или однократного воздухообмена для рудника (при существующих нормах 4 раза в час) на практике составляет один раз за период около 4 ч, т. е. воздухообмен происходит в 16 раз медленнее, чем требуется.

Очистные и подготовительные выработки составляют менее сотой доли всего объема подземных пространств рудника. При этом основные объемы подконтрольных выработок находятся рядом с очистными, там сосредоточены огромные массы воздуха – до 350 000 м³ в районе каждой рабочей зоны. Воздухообмен в выработках со столь значительными объемами происходит более 3 ч в выработках рабочих зон и до 1 ч в выработках панелей и главных направлений, в то время как в очистных и подготовительных горных выработках воздухообмен занимает менее полу-часа.

Столь существенная разница в обмене воздуха в разных выработках приводит к тому, что воздух, интенсивно отводимый из пространств у очистных забоев, медленно диффундирует в окружающий объем отработанного пространства. Описываемая картина сложилась ввиду объективных причин, характеризующих существующую методологию проветривания.

В то же время переход к рынку неизбежно требует полной смены концептуальных основ экономической деятельности, ее направлений, методов и рабочих инструментов в создании систем экологической безопасности на рудниках. Изменяются при этом и сами функции управления экономикой экологии горных предприятий по вертикали и горизонтали. Приоритетным общим направлением развития экономики освоения экологических ресурсов подземных пространств в ближайшие годы будет разработка теории и механизма рыночной системы хозяйствования применительно к специфическим условиям горнодобывающих предприятий.

Исходным показателем рыночной экономики является, как известно, потребность в товарах. В отличие от плановой экономики рыночная система учитывает величину общественного

спроса на товар, зависящего от его рыночной цены. Развитие научных основ рыночного ценообразования и прогнозирования платежеспособного потребительского спроса на минеральное сырье относится к главным задачам, решение, которых позволит включить рыночный механизм в процесс экологизации горнодобывающих предприятий.

С ценообразованием тесно связана проблема обоснования степени, направлений и форм государственного регулирования в области экологической безопасности и экономической поддержки горнодобывающих предприятий. В силу реально проявляющейся горной специфики масштабы и формы такой поддержки в течение, по крайней мере, ряда лет могут быть весьма разнообразными и потребуют активных научных усилий.

Разработанные с учетом рыночной экономики прогнозы экологической ситуации позволят активизировать экономические рычаги, воздействующие факторы инвестиционного и коммерческого риска, более учитывать неопределенность перспектив, конкуренцию и изменения условий внешней среды. В экономической теории нужен дополнительный вклад в разработку методов генерирования экологических альтернатив (в частности, стратегий прорывного типа). Требуется научная проработка проблема конкурентной борьбы интересов участников инвестиционного процесса в экологизацию подземных пространств.

Ряд направлений вписывается в общую технологию решения экологических проблем.

1. Неоднозначность оптимума при многокритериальной постановке инвестиционных задач экологического характера позволяет стремиться к высокой эффективности.

2. Согласование интересов участников горных и экологических безопасных процессов приведет к разумному обоснованию норм и требований.

3. Развитие методологии учета фактора времени и инфляционных процессов при экономическом обосновании инвестиционных проектов экологической безопасности снизит уровень неизбежных ошибок.

4. Теория управления нестабильной экономикой горных предприятий в период экологической аварии позволит избежать непомерных затрат и банкротств.

Необходимо обосновать и освоить применение рассмотренных эколого-экономических рычагов в рамках новых подходов в экологической безопасности подземных пространств.

Социальные аспекты хозяйствования присутствуют почти во всех проблемах. Эти аспекты свойственны экономике горнодобывающего предприятия, потому что в экономических процессах всегда задействованы люди, которые своими поступками воздействуют на других людей. Поэтому в социально-экономическом анализе экономики горнодобывающего предприятия выделяются такие проблемы, как:

- справедливая оплата работ, выполняемых в интересах горнодобывающего предприятия;
- безопасные и достойные человека условия труда;
- гарантия сохранения рабочего места при форс-мажорных обстоятельствах, особенно при экологических авариях;
- участие работников в прибыли и собственности горнодобывающего предприятия;
- реализация права голоса при выполнении планов предпринимательской деятельности.

Переход к рынку привел к полной смене концептуальных основ экономической деятельности горнодобывающих предприятий, ее направлений, методов и рабочих инструментов. Коммерческий успех создает материальные предпосылки для того, чтобы социальные аспекты имели бóльший вес. Социальная нацеленность и обеспеченность в экономике горнодобывающего предприятия повышают уровень капитализации и служат непрерывному развитию.

Особое место в социальной политике занимает решение проблемы обеспечения безопасных и достойных условий труда в подземных пространствах рудников, что подразумевает в первую очередь экологизацию пространства.

Экологические аспекты хозяйствования проявляются в многочисленных проблемах, с которыми сталкивается экономика горнодобывающего предприятия. Классический коммерческий подход в экономике горнодобывающего предприятия весьма слабо соотносится с широко понимаемыми вопросами экологичности подземного пространства. Государственный взгляд на охрану здоровья горнорабочих присутствует при этом лишь как

часть того, что обычно учитывается при определении целей хозяйствования (в ряду технических, технологических и прочих некоммерческих ограничений). Излишне ограниченный подход к рассмотрению хозяйственной деятельности горнодобывающего предприятия всё больше не соответствует реалиям сложных горно-геологических условий, он ставится всё больше под сомнение. Становится возможным объективно измерить экологические параметры подземной атмосферы и рассчитать потенциальные последствия экологических аварий в переводе на финансовые показатели горного предприятия. Поэтому вполне логично, что по мере осознания указанной потенциальной опасности увеличивается степень государственного вмешательства в экономику предприятий в целях поддержания безопасных экологических показателей в сложных подземных условиях. Это вмешательство осуществляется в форме принятия и контроля исполнения достаточно большого количества законодательных и инструктивных актов, таких как:

1) Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и рассыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом (ПБ-06-111-2003);

2) «Специальные мероприятия по безопасному ведению горных работ на Верхнекамском калийном месторождении в условиях газового режима» (М., 2005);

3) Инструкция по отнесению рабочих зон калийных рудников Верхнекамского месторождения к опасным по газу;

4) Инструкция по расчету количества воздуха, необходимо для проветривания Верхнекамских калийных рудников, утв. Союзом производителей калия и согласована Госгортехнадзором РФ (Пермь, 1999);

5) Руководство по вентиляции труднопроветриваемых зон (ТПЗ) рудников Верхнекамского месторождения калийных солей, утв. Союзом производителей калия и согласовано Госгортехнадзором РФ (М., 1995);

6) Методическое руководство по ведению горных работ на рудниках Верхнекамского калийного месторождения (М., 1992. Разд. 8.3.4);

7) Инструкция по замеру количества воздуха, проходящего в сечении выработки, проводимой комбайновыми комплексами

с применением забойных установок активного проветривания, на рудниках «Беларуськалий», утв. Горным институтом УрО РАН, ПО «Беларуськалий» (Солигорск, 1997); и др.

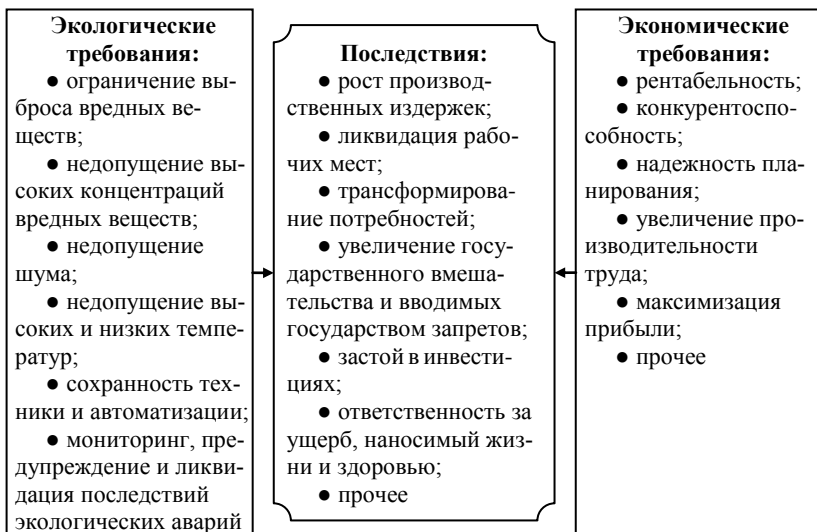


Рис. 8. Конфликты между экономикой и экологией при обработке рудников

Таким образом, в центре экономического анализа должны находиться конфликты между коммерческими устремлениями горного предприятия и экологическими ограничениями внутрирудничного подземного пространства. Возникающий круг проблем отражен на рис. 8.

Существенно с приходом рыночных отношений изменились функции управления экономикой горных предприятий по вертикали и горизонтали.

Приоритетным общим направлением развития экономики освоения георесурсов стала разработка теории и механизма рыночной системы хозяйствования применительно к специфическим условиям горнодобывающих предприятий.

Основные проблемы, требующие обстоятельной работы в рамках экономической науки в аспекте горной добычи, таковы:

1. Развитие научных основ рыночного ценообразования и прогнозирования платежеспособного потребительского спроса на минеральное сырье.

2. Необходимость обоснования степени, направлений и форм государственного регулирования в области освоения недр и экономической поддержки горнодобывающих предприятий. В силу реально проявляющейся, уже рассмотренной выше горной специфики, масштабы и формы такой поддержки в течение ряда лет могут быть весьма разнообразными и потребуют активизации научных разработок.

3. Необходимость составления долгосрочных экономических прогнозов, для которых потребуется более детальная методология, учитывающая факторы инвестиционного и коммерческого риска, неопределенность перспектив, специфику конкуренции и изменения условий внешней среды.

4. Необходимость разработки методов генерирования альтернатив (в частности, стратегий прорывного типа) для решения эколого-экономических проблем.

5. Решение вопросов конкурентной борьбы интересов участников инвестиционного процесса на основе неоднозначности оптимума при многокритериальной постановке инвестиционных задач.

6. Согласование интересов участников хозяйственного и инвестиционного процессов; дальнейшее развитие методологии учета фактора времени и инфляционных процессов при экономическом обосновании инвестиционных проектов.

7. Разработка общей теории менеджмента экологической безопасности нестабильной экономики горнодобывающих предприятий в периоды начала, развития и завершения эксплуатации рудников.

Анализ показывает, что для решения целого спектра эколого-экономических проблем потребуется определить ресурсы экологического и экономического характера и разработать концепции их освоения.

Глава 4

Экологические, социальные, экономические проблемы в зоне чрезвычайной радиационной обстановки

В соответствии с Федеральным законом «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» разработано и утверждено постановлением Правительства РФ «Положение о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [48; 49]. Согласно данному Положению, по масштабу распространения и тяжести последствий чрезвычайные ситуации (ЧС) подразделяются на локальные, местные, территориальные, региональные, федеральные и трансграничные.

Локальная – это такая чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало не более 10 чел., либо нарушены условия жизнедеятельности не более 100 чел., либо материальный ущерб составляет не более 1 тыс. минимальных размеров оплаты труда (МРОТ) и зона ЧС не выходит за пределы территории объекта производственного или социального назначения.

К **местной** относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало свыше 10, но не более 50 чел., либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 100, но не более 300 чел., либо материальный ущерб составляет свыше 1 тыс., но не более 5 тыс. МРОТ на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона ЧС не выходит за пределы населенного пункта, города, района.

К **территориальной** относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало свыше 50, но не более 500 чел.,

либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 300, но не более 500 чел., либо материальный ущерб составляет свыше 5 тыс., но не более 0,5 млн МРОТ на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона ЧС не выходит за пределы субъекта Российской Федерации.

К **региональной** относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало свыше 50, но не более 500 чел., либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 500, но не более 1 000 чел., либо материальный ущерб составляет свыше 0,5 млн, но не более 5 млн МРОТ на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона ЧС охватывает территорию двух субъектов Российской Федерации.

К **федеральной** относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало свыше 500 чел., либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 1 000 чел., либо материальный ущерб составляет свыше 5 млн МРОТ на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона ЧС охватывает более двух субъектов Российской Федерации.

К **трансграничной** относится чрезвычайная ситуация, поражающие факторы которой выходят за пределы Российской Федерации, либо чрезвычайная ситуация, которая произошла за рубежом и затрагивает территорию Российской Федерации.

В эту же классификацию входят аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ (РВ): аварии на атомных энергетических установках производственного и исследовательского назначения с выбросом (угрозой выброса) РВ; аварии при промышленных и испытательных ядерных взрывах с выбросом (угрозой выброса) РВ; аварии с ядерными боеприпасами в местах их хранения, эксплуатации или установки.

В статье А. А. Гусева, С. Н. Козьменко и О. В. Козьменко «Чрезвычайные ситуации: экономический ущерб и инвестиции в предупреждение» уточняется терминология, применяемая при исследовании экономических проблем чрезвычайных ситуаций природно-антропогенного происхождения [21]. Под чрезвычайной ситуацией авторы предлагают понимать обстановку на определенной территории, сложившуюся в результате катастрофического события и сопряженную с человеческими жертвами, с ущербом окружающей природной среде и здоровью людей, со

значительными материальными потерями и нарушением условий жизнедеятельности.

Катастрофа (стихийное явление или техногенная авария) – широкомасштабное, относительно случайное событие, представляющее серьезную угрозу с непредусмотренными последствиями для социо-эколого-экономических систем.

Крупная техногенная авария – это событие (выброс вредных веществ, пожар, взрыв), произошедшее в результате неконтролируемых изменений в ходе эксплуатации технического объекта, ведущее к серьезной опасности (непосредственной или с замедленным эффектом) для здоровья людей и окружающей среды.

При характеристике этапов ЧС авторами отмечены соответствующие им издержки, затраты, которые определяются оценкой величины экономического ущерба:

1) предкатастрофный. Осуществляются инвестиции в антикатастрофные мероприятия, производятся необходимые текущие затраты по обслуживанию объектов, предназначенных для предупреждения катастроф или снижения их мощности. Продолжительность этапа – от нескольких месяцев до нескольких лет;

2) собственно катастрофическое событие, сопряженное с гибелью людей и разрушением материальных ценностей. Этот этап длится от нескольких минут до нескольких дней, а то и месяцев;

3) аварийно-спасательные, мобилизационные, эвакуационные работы, следующие непосредственно за указанными событием. Продолжительность – от нескольких дней до нескольких месяцев;

4) ремонтно-восстановительные работы. В этот период производятся затраты на восстановление или строительство новых зданий, сооружений, инженерно-транспортных коммуникаций и пр. Его продолжительность – от нескольких месяцев до двух-трех лет. Эти работы направлены на обеспечение условий длительного проживания;

5) проявление отдаленных последствий катастрофы. На этом этапе имеют место потери и компенсирующие их затраты из-за экологических нарушений, циклических процессов в экономике, гибели людей или ухудшения их здоровья и т. п. Этап может длиться от нескольких месяцев до десятков лет.

Прямой экономический ущерб от радиационной ЧС обусловлен изменением параметров среды обитания, радиационным воздействием на человека, радиоактивным загрязнением объектов социально-производственной инфраструктуры. Каждый из указанных факторов выражается в причинно обусловленных потерях и убытках, которые в совокупности в стоимостной форме составляют прямой экономический ущерб.

Косвенный экономический ущерб непосредственно не связан с радиационным воздействием. В первую очередь он обусловлен ограничением жизнедеятельности на радиоактивно загрязненных территориях и ухудшением социально-экономических условий проживания.

На практике при ликвидации радиационной ЧС не осуществляется, да и не может осуществляться, своевременная и полная компенсация прямого ущерба, что приводит к дополнительному снижению уровня и качества жизни. В итоге имеет место неспецифическая потеря здоровья, которая отражается в социально-экономических последствиях радиационной ЧС. В совокупности в стоимостном выражении указанные последствия составляют опосредованный ущерб.

Косвенный ущерб, в отличие от прямого, может проявляться через длительный (от момента катастрофического события) отрезок времени. Косвенный ущерб не имеет четко выраженной территориальной принадлежности и носит по большей части так называемый каскадный характер, т. е. вторичные действия порождают следующую серию действий и, соответственно, косвенных ущербов.

В труде «Катастрофы и общество» В. Н. Проценко пишет, что социально-экономические последствия природных и техногенных катастроф определяются, во-первых, масштабом ущерба, нанесенного территории непосредственно в процессе чрезвычайных ситуаций, и, во-вторых, негативным влиянием этого ущерба на дальнейшее социально-экономическое развитие территории.

Измерение стохастических эффектов можно проводить различными способами, которые зависят от цели анализа эффектов и множества факторов, влияющих на эти эффекты, которые необходимо учитывать при оценке ущерба, но и сам учет имеет особенности при каждом подходе. К таким факторам относятся преж-

де всего разнесенность по времени воздействия и последствий, формы вреда, независимость действия агентов и степень синергизма или антагонизма загрязнителей и ряд других.

Наиболее употребительным показателем для измерения стохастических эффектов является натуральный ущерб, который служит для оценки популяционных (коллективных) эффектов.

А. А. Быков и Г. И. Кудрявцев предлагают натуральный ущерб для здоровья определять как сокращение ожидаемой продолжительности предстоящей жизни в результате преждевременной смерти и ожидаемую продолжительность болезни [6]. В общем случае авторы описывают вредные последствия действия факторов для здоровья с помощью n -мерного вектора ущерба G_z :

$$G_z = (G_1, G_2, \dots, G_n), \quad (38)$$

в котором отдельные компоненты характеризуют различные формы проявлений негативных эффектов, число которых n определяет всё множество возможных последствий действия фактора z .

Социально-экономический ущерб Y , определяющий экономические показатели, предлагается рассматривать как линейную функцию между натуральным ущербом (ущерб G и др.) и экономическими показателями ущерба:

$$Y = a \times G, \quad (39)$$

где коэффициент пропорциональности a – цена натурального ущерба для здоровья, измеряемая субъективно и имеющая большой диапазон неопределенности.

При оценке непосредственного ущерба от чрезвычайных ситуаций нельзя ограничиться только указанием числа пострадавших людей. Необходимо также принимать во внимание экономические и социальные потери в результате нарушения процесса нормальной хозяйственной деятельности, утраты того или иного вида собственности и т. д., а также вследствие изменений в окружающей человека социальной и природной среде. В общем случае полный ущерб от чрезвычайных ситуаций нужно

рассматривать в виде суммы отдельных ущербов, включающей следующие категории:

- ущерб от ухудшения состояния природной среды и утраты определенного количества представителей растительного и животного мира на территории, от утраты определенного количества земельных площадей вследствие их загрязнения или заражения;

- ущерб от сокращения продолжительности жизни в обществе вследствие ухудшения состояния здоровья для некоторой части общества и определенного количества смертей из-за воздействия опасных факторов, присущих данной чрезвычайной ситуации, а также ущерб от возможного шока в обществе вследствие чрезвычайной ситуации и соответствующего нарушения присущих обществу устоев социальной и политической жизни. Сюда необходимо добавить стоимость потерь от уменьшения продолжительности жизни и ухудшения здоровья населения;

- ущерб от потери объектов народного хозяйства, расположенных на территории, подвергнутой воздействию опасных факторов, присущих чрезвычайной ситуации, от потери других видов личной и общественной собственности.

В действительности количественная оценка каждой из этих основных категорий ущерба, определяющих полный непосредственный прямой ущерб от чрезвычайной ситуации, представляет собой очень трудную задачу. Но даже если возможно оценить ущерб по каждой из категорий, еще большие трудности вызовет суммирование этих видов ущерба, так как их нужно выразить в единообразных единицах, например в денежной стоимости, и дать соответствующую характеристику доли важности и достоверности. На сегодняшнем уровне знаний эти трудности не всегда разрешимы.

Авторы методических рекомендаций [38] считают, что обобщающим экономическим показателем от потерь ЧС является ущерб, который представляет собой сумму следующих элементов:

- стоимость ликвидированных основных фондов вследствие потерь от стихийного бедствия, катастрофы;

- стоимость утраченных различных видов материальных ресурсов (запасов сырья, готовой продукции и др.);

- сокращение производства в результате ЧС, т. е. разница между плановыми показателями объема выпуска продукции и фактическими затратами.

Затраты на проведение мер по ликвидации последствий ЧС включают в себя затраты:

- на проведение поисковых работ в зонах ЧС;
- на проведение аварийно-спасательных работ в зонах ЧС;
- на проведение неотложных аварийно-восстановительных работ на объектах, пострадавших в результате ЧС;

- на закупку, доставку и кратковременное хранение материальных ресурсов для первоочередного жизнеобеспечения пострадавшего населения;

- на развертывание и содержание временных пунктов проживания и питания для эвакуируемых пострадавших граждан в течение необходимого срока, но не более месяца (включаются расходы на аренду зданий или сооружений для питания и проживания пострадавших, приобретение хозяйственного инвентаря, приобретение строительных материалов, оплату работ по возведению пунктов или городков для проживания и питания пострадавших, содержание этих пунктов или городков, расходы по коммунальным услугам, хозяйственные расходы, расходы на приобретение продуктов питания и приготовление пищи);

- на возмещение расходов, связанных с привлечением в установленном порядке сил и средств МЧС России, других федеральных органов исполнительной власти, а также организаций для проведения экстренных мероприятий по ликвидации ЧС;

- на погашение государственных жилищных сертификатов, выдаваемых гражданам РФ, лишившимся жилья в результате ЧС;

- на оказание единовременной материальной помощи пострадавшим гражданам;

- на социальные выплаты лицам, пострадавшим в результате ЧС;

- на дополнительное медобслуживание населения.

На сегодняшний день немногие капитальные труды по оценке ущерба от чрезвычайных ситуаций представлены Г. Л. Коффом, А. А. Гусевым и др. [26–28]. Они рассматривают основные методологические, методические и практические вопросы оценки эколого-экономического ущерба. Под эколого-экономическим

ущербом при ЧС авторы понимают убытки, выражающиеся в потере или ухудшении свойств материальных благ; потере (недополучении) потенциальных благ при имевших место инвестициях в них; потере (недополучении) неинвестированных потенциальных благ, например, при потере естественных природных ресурсов; дополнительных затратах на компенсацию понесенных потерь; невозможности рационального использования наличных ресурсов.

Г. Л. Кофф, А. А. Гусев и др. выделяют три основных уровня оценки экономического ущерба при ЧС: народнохозяйственный (национальный, государственный, правительственный, федеральный), предприятия (коммерческий, фирмы) и субъективно-индивидуальный (индивидуума, домохозяйства) [27; 28].

В этих же работах по локализационному признаку экономический ущерб от загрязнения того или иного компонента окружающей среды делят на совокупный и реципиентный (секторный).

Совокупный ущерб характеризует суммарную величину потерь без дифференциации его на локальные составляющие. По совокупным оценкам невозможно судить о натурально-стоимостной структуре экономических потерь. Совокупный ущерб определяется калькуляцией реципиентных ущербов.

Реципиентный (секторный) ущерб, наоборот, раскрывает перечень объектов, подвергшихся загрязнению, их структуру и виды потерь. Реципиентные ущербы по признаку однородности объектов и элементов, воспринимающих экологическую нагрузку, могут делиться на базовые и комплексные.

Комплексные реципиентные ущербы состоят из определенного набора базовых ущербов. Примером базового ущерба является ущерб в связи с ухудшением здоровья населения, примером комплексного – ущерб жилищно-коммунальному хозяйству.

Авторы считают, что для регулирования и стабилизации последствий любых аварий и катастроф необходимо изменить объем и качественный состав потоков на основных рынках, что, несомненно, приведет к изменению макроэкономических показателей. Тогда прямой экономический ущерб – это расходы из бюджета на выполнение аварийно-спасательных работ в зоне аварии или катастрофы; единовременные выплаты семьям по-

гибших и пострадавшим в это время; расходы на приобретение (получение, производство) необходимого медицинского оборудования и медикаментов для оказания срочной медицинской помощи; расходы и затраты по оплате труда спасателей, медицинских работников, пожарных и других специалистов; расходы из бюджета на восстановление жилого фонда, государственных предприятий и инфраструктуры, субсидии фирмам; расходы по выплате пособий лицам, ставшим инвалидами, сиротами и др.; затраты по немедленной ликвидации экологически опасных последствий и пр.

Косвенный экономический ущерб государству – это не определенные четко, неадресные расходы по медицинскому, санаторно-курортному обслуживанию, социальному обеспечению, поддержанию и содержанию лиц, пострадавших от аварии или катастрофы; снижение доходной части бюджета вследствие уменьшения выплат налогов на доход (на прибыль), налога на добавленную стоимость, таможенных платежей и пр. по предприятиям, пострадавшим как непосредственно, так и в результате снижения деловой активности, испытавшим косвенное воздействие аварии или катастрофы; все расходы, потери и убытки (как прямые, так и косвенные), формирующиеся вследствие появления других чрезвычайных ситуаций.

Таким образом, прямой экономический ущерб государству находит отражение в показателях валового национального продукта и национального дохода, через снижение доходной и увеличение расходной частей бюджета и может быть определен либо по отдельным реципиентам, либо по структурным элементам экономической системы.

Авторы [27; 28] предлагают оценивать экономический ущерб от ЧС через категорию риска, когда процедура оценки ущерба отражает всю цепочку представленных причинно-следственных связей, первым звеном которой является экологическое нарушение, а последним – экономический ущерб.

На основе вышеизложенного предлагается классификация ущербов и затрат, представленная на рис. 9.

Так как использование показателей осуществляется в рамках конкретной экономической системы для регулирования деятельности конкретных субъектов этой системы, то пореципиент-

ные расчеты служат в основном для определения экономических ущербов по субъектам экономической системы. Именно эти показатели и находят практическое применение в управлении жизнедеятельностью общества.

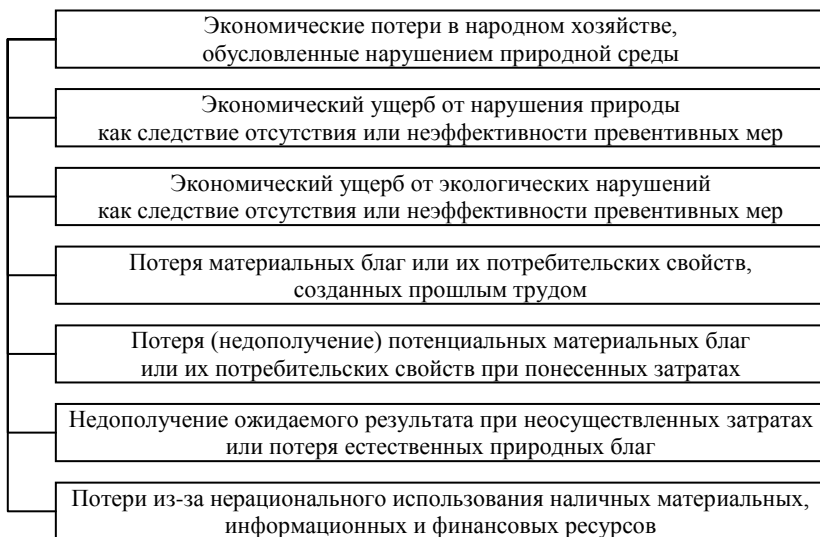


Рис. 9. Схема формирования экономических потерь, обусловленных нарушением окружающей природной среды

Следует отметить, что влияние чрезвычайной ситуации определяется не только величиной материального ущерба. Методы оценки прямого нематериального ущерба получили свое развитие только в последние годы. Определить же в денежном эквиваленте стоимость косвенного нематериального ущерба намного труднее. Стоимость отдельных его видов просто не поддается разумной оценке, особенно когда это касается психологических эффектов.

Специалисты в области, связанной с исследованием влияния ЧС на природную среду, в настоящее время разрабатывают общую схему определения ущербов от потери этого вида ресурсов, включая в них генетическое многообразие и экологический баланс, продуктивные сельскохозяйственные угодья и некоторые ресурсы лесного хозяйства.

Определение в денежном эквиваленте стоимости ущерба, связанного с потерей невозстановливаемых природных ресурсов, чрезвычайно затруднено, в первую очередь из-за сложностей определения стоимости утраченных видов ресурсов, например, нарушения генетического многообразия, экологического баланса и т. д.

С несравнимо большими трудностями сопряжена задача априорной (до опыта) оценки экономического ущерба. В этих случаях необходимы различные методы оценки ущербов от перманентных экологических нарушений и от ЧС – случайных опасных процессов природного или техногенного характера. В последнем случае авторы предлагают экологическое нарушение рассматривать как вероятностный процесс.

4.1. Специфика оценки экологических и социально-экономических последствий радиационной чрезвычайной ситуации

Наиболее четкую оценку радиационной ЧС, на наш взгляд, дает В. Я. Возняк, который предлагает оценивать ЧС не поломкой или отказом тех или иных технических систем или нарушением технологических процессов, а выбросом в окружающую природную среду радиоактивных веществ, являющихся причиной неблагоприятных последствий для здоровья людей [9]. Первоначально после Чернобыльской аварии критерием чрезвычайной радиационной ситуации были приняты площади загрязнения территорий долгоживущими радионуклидами ^{90}Sr и ^{137}Cs . В настоящее время в качестве таких критериев выступают текущие и накопленные дозы, обусловленные интегральным воздействием всех техногенных радионуклидов, попавших в результате ЧС в окружающую среду. Предложенное определение позволяет, не вдаваясь в технические особенности причин аварии, учесть ее возможные последствия, в том числе последствия, способные вызвать значительный социальный, экологический и экономический ущерб, что крайне важно при социально-экономическом исследовании проблемы.

Авторы работы [27] уточняют классификацию ЧС радиационного характера и соответствующих им зон и дают рекоменда-

ции по оценке масштабов радиационной ЧС в режиме повседневной деятельности, основываясь на Положении о классификации чрезвычайных ситуаций, что позволяет более качественно оценить величину социального и материального ущерба.

В «Концепции радиационной защиты населения и хозяйственной деятельности на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению», принятой постановлением Совета Министров РФ 10 августа 1993 г. № 1405-р и рекомендованной в качестве основы для проведения работ по совершенствованию нормативной базы для обеспечения социальной защиты граждан, пострадавших в результате радиационных загрязнений и реабилитации радиоактивно загрязненных территорий, определены основные меры по снижению дозы облучения, связанных с ней экономических затрат, а также затрат, обусловленных изменением или нарушением нормальной жизни и хозяйственной деятельности населения. Согласно рекомендациям Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) меры защиты должны быть выбраны таким образом, чтобы сумма ущерба от остаточного облучения и от вмешательства для его снижения была минимальной.

Количественной мерой при оптимизации защиты в контролируемых ситуациях МКРЗ считает ущерб, определяемый как ожидаемое значение вреда для группы людей от источника радиации. В соответствии с предложением о линейной зависимости «доза – эффект» ущерб будет пропорционален получаемой коллективной дозе, при этом должны рассматриваться экономические потери и социальные последствия радиационной ЧС.

Эти факторы могут быть описаны количественно на основе анализа «затраты – выгоды», который является основным инструментом, рекомендованным МКРЗ. Радиационный риск может быть приемлемым в том случае, если обусловленные им потери меньше затрат на защитные мероприятия и реабилитацию.

Л. М. Векслер в своей работе пишет, что с точки зрения методологических аспектов большие выбросы активности при авариях на атомных станциях могут характеризоваться различными эффектами: раннее и отдаленное воздействие на здоровье, включая летальные исходы; социальные потрясения (например, необходимость эвакуации, потеря имущества в результате ра-

диоактивного загрязнения); нарушение сельскохозяйственного производства и т. д. Эффекты, которые характеризуют степень тяжести аварии, в частности, могут выражаться числом ранних или отдаленных фатальных исходов и общим экономическим ущербом.

Обобщение и анализ основных исследований по проблемам определения экономического ущерба от загрязнения окружающей среды позволяют считать, что требуется уточнение концептуального подхода к оценке ущерба от радиационной ЧС.

Современная теория оценки экономического ущерба, оперируя категориями системного подхода, утверждает, что экономический ущерб включает прямые потери, которые несет социолого-экономическая система от разрушения природных ресурсов, и второй вид потерь – сокращение доходов общества вследствие ухудшения качества природных ресурсов из-за загрязнения окружающей среды. Принципиальная возможность использования такого подхода позволяет оптимизировать затраты, обусловленные загрязнением окружающей среды, рассматривая их в широком аспекте.

На сегодняшний день существует множество оценок эколого-экономического ущерба, исследованы его натурально-стоимостной состав и механизм формирования, разработаны методы количественных оценок, утвержден ряд официальных методик. Однако многие вопросы, касающиеся оценки ущерба Чернобыльской аварии, радиоактивного загрязнения Уральского региона, не вписываются в традиционные теоретические схемы и определения, что свидетельствует об уязвимости основ теории экономического ущерба применительно к радиационным авариям.

Систематизация доминирующих взглядов на проблему оценки ущерба при загрязнении окружающей среды позволила установить, что трактовка ущерба при радиационной ЧС имеет определенные особенности, что связано непосредственно со спецификой изменений как в окружающей среде, так и в социальной сфере после радиационного воздействия, поэтому механизм оценки ущерба от радиационной ЧС должен отличаться от традиционных положений теории экономического ущерба.

К. Б. Кокошкин в своей статье [30] полагает, что сегодня в отечественной практике существуют несколько подходов к ис-

числению величины ущерба как от возможной, так и от реальной ЧС. Так, один из подходов предполагает калькуляцию ущерба в соответствии с затратами на полное восстановление нарушенного после ЧС хозяйственного и экологического баланса. Автор предлагает в вопросах определения ущерба рассмотреть тяжелую радиационную аварию и оперировать понятиями прямого, косвенного, полного и общего ущербов.

Под прямым ущербом в результате масштабной радиационной аварии могут пониматься потери и убытки всех структур народного хозяйства, попавших в зоны радиационного воздействия, и складывающиеся из невозвратных потерь основных фондов, оцененных природных ресурсов и убытков, вызванных этими потерями, т. е. недобора предприятиями прибыли, государством – различных налогов и страховых выплат и пр. К прямому ущербу должны быть причислены потери здоровья от радиационного воздействия. В предложенном определении прямого ущерба хорошо видна возможность не только количественного определения данного вида ущерба в целом, но и возможность его разбивки на экономическую, экологическую и социальную составляющие.

Косвенным ущербом от аварии на АЭС автор называет потери, убытки, которые понесут объекты народного хозяйства, не попавшие в зону прямого радиационного воздействия, и вызванные в первую очередь нарушениями и изменениями в сложившейся структуре хозяйственных связей, инфраструктуре, а также потери (иначе говоря, дополнительные затраты), вызванные необходимостью проведения отдельных мероприятий по ликвидации последствий аварий. К подобным потерям будет относиться, например, снижение прибыли у предприятий сельского хозяйства из-за уменьшения площади земель (угодий, пашни, сенокосов и др.), вообще объема производства в результате частично-отчуждения земель, например, под застройку жилья для переселения пострадавших и др. Косвенный ущерб уместно рассматривать преимущественно как экономический.

Полный ущерб складывается из суммы простого и косвенного ущербов. Он выступает в качестве обоснования и критерия эффективности затрат на ликвидацию последствий аварии, имеющих совершенно различную природу возникновения, что

определяет разные подходы к их учету и оценке. Если прямой и косвенный ущерб могут рассматриваться как объективная данность, представляющая собой определенную сумму, на величину которой в принципе повлиять невозможно, то затраты на ликвидацию последствий представляют собой капитальные вложения и текущие расходы с присущей им спецификой осуществления и исчисления.

Под общим ущербом автор понимает сумму всех потерь, убытков и затрат с учетом сопоставления экстраполированного доаварийного развития как загрязненных территорий и производств, так и всего народного хозяйства с выбранным вариантом ликвидации последствий, реабилитации и социально-экономического развития пострадавших структур народного хозяйства.

По-видимому, корректнее понимать под общим ущербом интегральную величину, представленную суммой затрат, направленных на компенсацию нанесенного ущерба, и величины некомпенсированного ими остаточного ущерба. Такое определение позволяет оптимизировать общий ущерб с позиций «затраты – выгоды».

Основным ущербобразующим фактором Чернобыльской катастрофы является радиоактивное загрязнение окружающей среды. Поэтому, по мнению автором [3; 9; 27], оценка и анализ последствий данного события должны основываться на методологической и методической платформе современной экономики природопользования и охраны окружающей среды в части определения экологических издержек. В этом случае необходимо выделять прямой ущерб – потери и затраты, связанные с аварией и локализацией ее последствий (разрушение станции, облучение и отселение людей, дезактивация территории, строительство «саркофага» и т. д.). Косвенный ущерб связан с более отдаленными во времени потерями, которые предопределяются невозможностью полного устранения источника экологически опасного, устоявшегося загрязнения (строительство жилья для эвакуированного населения, льготы и компенсации и т. д.). И тогда полная экономическая оценка последствий Чернобыльской аварии на условную дату оценки будет состоять из овеществленных затрат прошлых периодов (прямой ущерб) и текущих ежегодных потерь (косвенный ущерб). Приведенные литературные оценки

на сегодняшний день в большинстве своем соответствуют прямому экономическому ущербу, связанному с ликвидацией и локализацией последствий аварийного загрязнения окружающей среды радионуклидами.

М. Н. Игнатьева и А. А. Литвинова считают, что при прогнозировании социально-экономического развития районов Урала, подвергшихся радиационному загрязнению, основными видами оценок эколого-экономических последствий являются натуральные, характеризующие сокращение количества и ухудшение природных ресурсов (натуральный ущерб от загрязнения окружающей среды и изъятия природных ресурсов), и стоимостные, характеризующие снижение потребительской ценности природных ресурсов. Оценочными параметрами при этом выступают: эколого-экономический ущерб; превышение нормативов изъятия природных ресурсов и уменьшение продуктивности природных ресурсов по сравнению с базовыми (зональными) нормативами.

По мнению ряда авторов [22; 23; 27; 36], оценка состояния природных комплексов сопряжена с рядом методологических трудностей, прежде всего с отсутствием общепринятой методики, хотя ее поиски продолжают длительное время как в нашей стране, так и за рубежом.

При определении целей компенсационной политики на радиоактивно загрязненных территориях в современных условиях следует, на наш взгляд, включать в их состав, наряду с необходимым возмещением урона здоровью, материальным условиям жизни и психическому самочувствию пострадавших, усиление защитных, рекреационных и профилактических функций компенсационных мер, стимулирующих социальную активность людей в различных сферах деятельности, включая экологическую самозащиту в условиях радиационного риска и экономическую предприимчивость в рыночных отношениях.

Установление причинно-следственных связей между радиационным воздействием и вызванными им изменениями в природной среде и среде обитания человека позволяют представить механизм ущербобразующих факторов структуры экономического ущерба социо-эколого-экономической системе (рис. 10).

Вместе с тем стохастическая природа последствий радиационного воздействия на человека предопределяет одно из важ-

ных свойств экономического ущерба – его «теневой» характер. В этом смысле ущерб – это некие реально существующие потери, которые в связи ненадежностью их достоверной оценки не учитываются в планово-калькуляционном виде и не участвуют в народнохозяйственном воспроизводственном цикле.

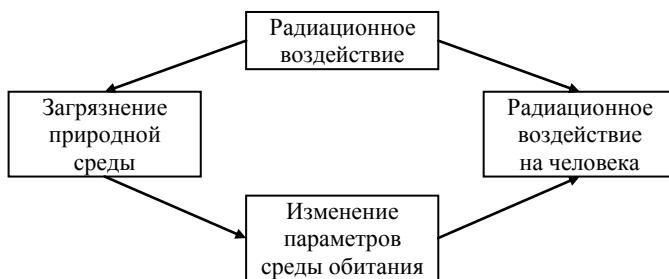


Рис. 10. Механизм ущербобразующих факторов радиоактивного загрязнения

С другой стороны, в их число входят не только затраты, обусловленные стохастическими составляющими, но и дополнительные затраты, участвующие в общественном производстве, т. е. те, которые планируются, финансируются и возмещаются. Эти затраты можно рассматривать в виде постоянных (капитализированных), которые соответствуют прямому ущербу от радиационной ЧС, и переменных (текущих), которые являются законодательно обусловленной частью компенсационной политики государства, и эти расходы имеют фиксированный обусловленный предел, зависящий не столько от реального вреда, причиненного здоровью населения, сколько от финансовых возможностей государства.

Анализ проблемы показывает, что существует необходимость определить многоуровневый характер влияния динамики загрязнения при радиационной ЧС, который позволит выяснить структуру и объем проводимых мероприятий, определить направления экологической и социально-экономической реабилитации радиоактивно загрязненных территорий в условиях рынка.

Как было отмечено ранее, прямыми последствиями радиационной ЧС являются изменение параметров окружающей среды

и радиационное воздействие на биосистемы, включая человека. При этом радиационно стимулированного разрушения производственной структуры непосредственно не происходит. Прямыми последствиями радиационных аварий являются специфические потери здоровья (детерминированные и стохастические), а также экологические последствия, которые обычно учитываются лишь на популяционном уровне.

Большая группа научных работников под руководством П. В. Волобуева, Г. А. Бушуевой, В. Д. Белкина, А. Ю. Даванкова, Н. И. Козловой, определявшая экономический ущерб от Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС) [4; 5; 10; 23], утверждает, что высокая секретность и недостаточность исследований о количественной и качественной степени воздействия радиационных аварий на пострадавшие территории вносили свои особенности в определение экономического ущерба. В результате основными составляющими общего экономического ущерба на этом этапе исследования оказались: 1) эвакуация населения; 2) реабилитация загрязненных территорий (земель); 3) снос и исчезновение населенных пунктов; 4) выведение из оборота сельскохозяйственных земель; 5) повышенная миграция населения; 6) недобор сельскохозяйственной продукции; 7) потери здоровья населением.

Е. В. Рюмина считает, что особое место в системе эколого-экономических показателей занимает экономический ущерб от экологических нарушений. Рассмотрение ущерба через категорию риска отвечает потребностям оценки экономического ущерба от опасных природных и техногенных процессов, носящих случайный характер. Сам ущерб трактуется как проценты по экологическому долгу. Такой подход вплотную приближает к возможности использовать модели и методы управления внешним государственным долгом для решения проблемы сохранения окружающей природной среды.

Специфическая потеря здоровья и экологические последствия формируют прямой экономический ущерб от радиационной чрезвычайной ситуации.

Параметры среды обитания в результате радиационной ЧС принципиально изменяются, происходит ее радиоактивное загрязнение, в том числе долгоживущими радионуклидами. В этой

связи требуется проведение комплекса экстренных защитных мер, направленных на снижение радиационной дозовой нагрузки на население и природные объекты, и мер, направленных на обеспечение длительного проживания населения. Чтобы защитить население от радиационного воздействия или по крайней мере уменьшить это воздействие, необходимо решить ряд организационных, экономических и технических задач. К ним можно отнести: дезактивацию объектов инфраструктуры, локальную реабилитацию загрязненных земель, захоронение радиоактивных материалов, снижение поступления радионуклидов в окружающую среду.

Эти и другие экстренные меры представляют прямые затраты, направленные на снижение последствий радиационной ЧС. Масштабная реабилитация загрязненных объектов практически неосуществима из-за высокой стоимости реабилитационных работ.

Составляющие статьи прямого ущерба от радиационной ЧС представлены в табл. 20 и на рис. 11, 12.

Т а б л и ц а 2 0

Статьи прямого ущерба

Статья прямого ущерба	Ущерб, млн р. (в ценах 2003 г.)	Доля, %
Потери здоровья	300,0	7,8
Бракераж сельскохозяйственной продукции	142,7	3,8
Потери от сноса при переселении	1 086,6	28,3
Потери от сокращения водопользования	378,2	9,9
Потери от выведения из оборота сельскохозяйственных земель	1 923,7	50,2
<i>Итого</i>	3 831,2	100,0

Таким образом, радиационная ЧС вызывает долгосрочное ограничение природопользования, а в более широком плане – ограничение жизнедеятельности на радиоактивно загрязненных территориях. Ограничение жизнедеятельности включает в себя не только формирование условий проживания, но и ограничение хозяйственной, в том числе сельскохозяйственной, деятельности.

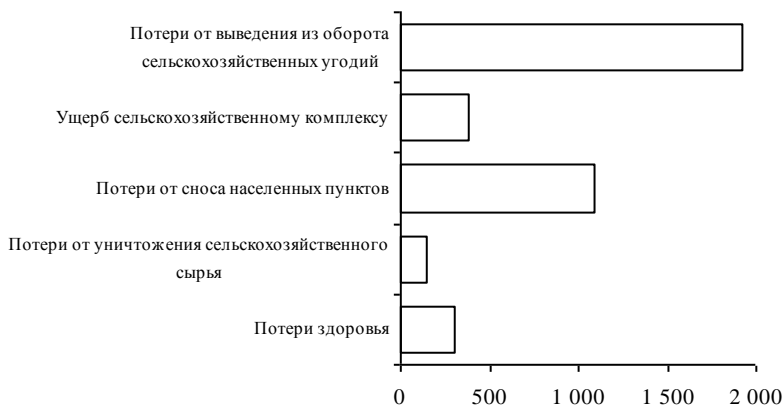


Рис. 11. Прямой ущерб от радиационной чрезвычайной ситуации (в ценах 2003 г.), млн р.

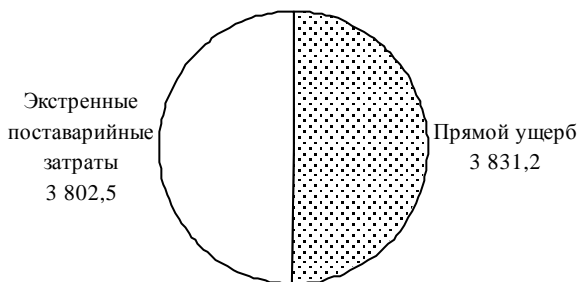


Рис. 12. Сравнение экстренных поставарийных затрат и прямого ущерба от радиационной чрезвычайной ситуации (в ценах 2003 г.), млн р.

Убытки сельского хозяйства возникают ввиду загрязнения радионуклидами пашен, подсобных хозяйств, пастбищ и сенокосов, а также лесных угодий; а кроме того, включают те убытки, которые были обусловлены разрушением сложившейся системы сельскохозяйственного производства на радиоактивных загрязненных территориях.

Потери в сельскохозяйственном производстве проявляются от недобора сельскохозяйственной продукции, вызванного дол-

госрочным изъятием из оборота сельскохозяйственных угодий, от временного недоиспользования земель и сокращения поголовья скота в поставарийный период.

Эти ограничения вызывают потери, связанные с изменением специализации сельскохозяйственного производства, ограничением посевов традиционных культур растениеводства, нарушениями нормальной хозяйственной деятельности леспромхозов, рыбохозяйств на отдельных водоемах, в личных хозяйствах населения, с ограничением сбора дикорастущих ягод, грибов, трав и т. д.

Величина экономического ущерба производственно-хозяйственному комплексу учитывается по следующим показателям: снос и потери объектов социально-хозяйственной структуры и отток населения из пострадавших районов. Невосполнение этих составляющих ущерба предопределяет депрессивность социальных условий на загрязненной территории.

Таким образом, опосредованное влияние радиация оказывает на сложившуюся инфраструктуру и структуру хозяйственных связей, вызывает отрицательные социальные эффекты.

Естественно, снижение темпов и размеров производства приводит к ухудшению качества и уровня жизни, к увеличению миграционных процессов на загрязненных территориях. При этом неизбежно появляется кумулятивный эффект – неспецифическая потеря здоровья населения, определяемая условиями проживания, что, в свою очередь, увеличивает опосредованный (вторичный) экономический ущерб.

Долгосрочное ограничение жизнедеятельности требует затрат на формирование допустимых условий проживания на радиоактивно загрязненных территориях.

Для оценки последствий радиационной ЧС необходимо оперировать понятием «вынужденные опосредованные затраты», которые проявляются, как правило, через какой-то отрезок времени, отстоящий от события ЧС, и определяются как потери, обусловленные вторичными эффектами.

К вынужденным опосредованным косвенным затратам необходимо отнести дополнительные затраты, которые вызываются опосредованным влиянием ЧС на население и хозяйственные объекты в течение многих лет.

С течением времени косвенный ущерб может увеличиваться, соответственно появляются новые категории затрат, которые необходимо учесть и которые будут являться косвенным следствием радиационной ЧС.

Схема структуры прямых и опосредованных последствий радиационных ЧС, а также структуры соответствующих затрат представлена на рис. 13, 14.

Априори величина затрат на полное восстановление нарушенного экологического и хозяйственного баланса должна соответствовать нанесенному ущербу. Но это неверно, потому что экологическая система после радиационной аварии на многие десятки лет сохраняет свой измененный характер, экологические параметры могут изменяться перманентно при выполнении, например, определенных агротехнических мероприятий. Здесь необходимо также учесть ассимиляционный природный потенциал, т. е. экосистема не может по качественному составу, даже при вложении неограниченных денежных средств, вернуться в первоначальное состояние.

Сущность внешнего радиационного воздействия позволяет представить, т. е. оценить, перенос вещества и энергии в социо-эколого-экономическую систему, который преобразовал параметры среды обитания человека. Это преобразование можно оценить экономическим ущербом, под которым понимают денежную оценку негативных изменений основных свойств окружающей среды и условий жизни человека под воздействием радиоактивно-го загрязнения с необходимостью стабилизации среды обитания.

Принципы доаварийного хозяйствования после радиационного инцидента резко меняются, так как посевные площади, подвергшиеся радиационному воздействию, неизбежно частично или полностью выводятся из сельскохозяйственного оборота.

Структурно меняется доля посевных площадей, предназначенных для зерновых, кукурузы на силос, сильно уменьшается доля возделываемых земель под картофель и овощи; качественно и количественно меняется продукция сельского хозяйства, в том числе животноводческая, из-за повышенного содержания в ней радионуклидов; одновременно с принимаемыми мерами по ликвидации последствий загрязнения решаются проблемы сохранения объемов сельскохозяйственной продукции, производимой на пострадавших территориях.

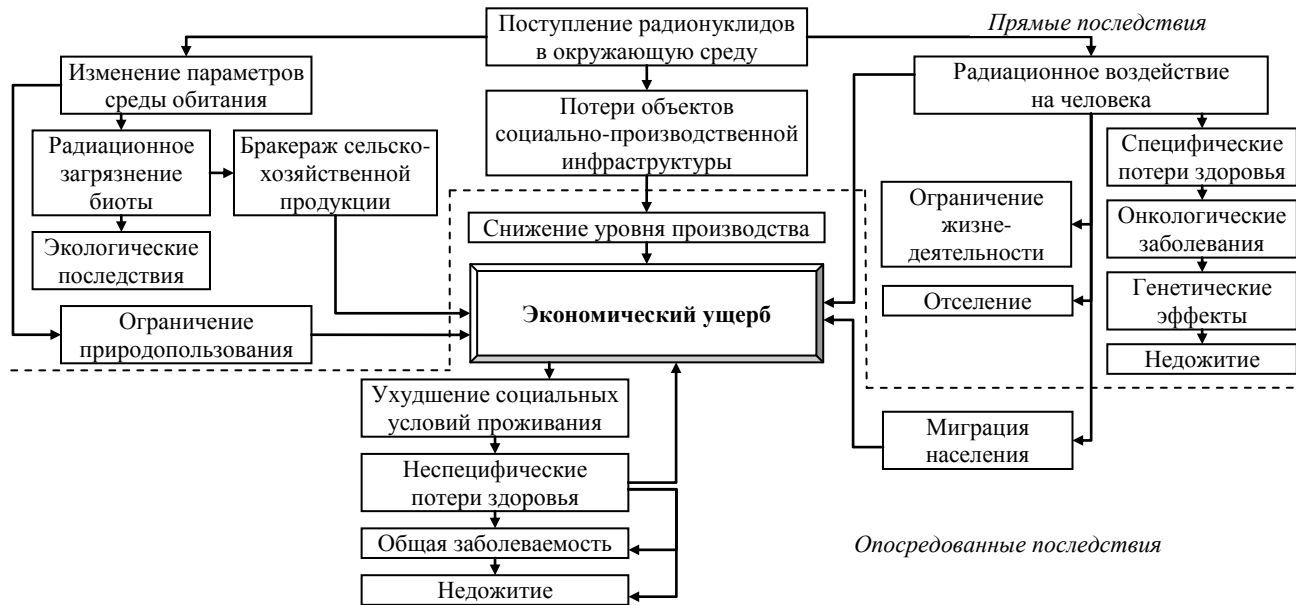


Рис. 13. Структурная схема прямых и опосредованных последствий при радиоактивном загрязнении



Рис. 14. Структура экстренных затрат и затрат на обеспечение длительного проживания на территории, подвергшейся аварийному радиационному воздействию

Производственная сфера не может быть восстановлена полностью из-за изменения задач производства, нового размещения производительных сил территории, а также из-за нерациональности применения старых технологий.

И, конечно же, необратимыми могут быть последствия облучения населения.

Таким образом, под экономическим ущербом от радиационной ЧС следует понимать прямой ущерб, обусловленный радиационным воздействием на население и биосистемы, а также опосредованный (вторичный) ущерб, вызванный ограничениями природопользования и жизнедеятельности на радиоактивно загрязненных территориях с их социально-экономическими качествами.

Общий ущерб будет складываться из экстренных прямых и опосредованных косвенных затрат, направленных на компенсацию последствий, и доли некомпенсированного экономического ущерба.

Величина общего ущерба будет находиться в зависимости от длительности радиационного воздействия нуклидов на население и периода полураспада радиоактивных элементов, так как это определяет генетические изменения, которые могут привести к различным мутациям и наследственным заболеваниям. Наблюдение и учет действия радиации на организм человека, специальное медицинское обслуживание, выплаты пострадавшим по этой категории, денежное обеспечение инвалидов и связанные с этим льготы только увеличивают общий ущерб.

В связи с этим для населения, длительно проживающего на радиоактивно загрязненных территориях, необходимо разработать и сформировать условия проживания в рыночной ситуации, с тем чтобы вывести эти районы из депрессивного состояния и довести показатели сложившейся социо-эколого-экономической системы до среднеобластных. На это требуются определенные затраты, которые будут увеличивать общий ущерб от радиационной ЧС и оцениваться дополнительными затратами общества, т. е. являться, по существу, дополнительными общественными издержками.

Это общее положение предопределяет особо значимый характер опосредованных последствий чрезвычайной радиацион-

ной ситуации. Методологические разработки ключевых позиций по вынужденным опосредованным косвенным затратам могут служить основой для разработки эффективного механизма реализации реабилитационной политики. Вынужденные косвенные затраты представляют собой потери, являющиеся результатом длительного действия радиационной ЧС, и могут оцениваться по экологическим, экономическим и социальным последствиям.

Отсутствие единой методологии оценки экономических последствий ЧС приводит к тому, что на практике при оценке экономического ущерба принимаются во внимание только прямые потери материальных ценностей. В результате государство, субъекты Федерации, муниципальные образования и объекты экономики, оказавшись подверженными радиационным ЧС, испытывают острый недостаток всех видов ресурсов для ликвидации самой чрезвычайной ситуации и восстановления нормального режима жизнедеятельности.

4.2. Оценка опосредованных поставарийных последствий в зоне радиационной ЧЭС

Несмотря на экстренные меры, направленные на снижение радиационного воздействия на население загрязненных территорий, а затем проведение радиационных мероприятий, обстановка в районах радиационного загрязнения является уникальной: жители в течение десятков лет вынуждены проживать в условиях радиоактивного загрязнения.

Экстренные меры сопровождались ограничением жизнедеятельности и природопользования, что привело к опосредованным последствиям в поставарийный период, включая:

- ограничение водопользования;
- недобор сельскохозяйственной продукции растение- и животноводства;
- повышенную миграцию населения;
- дополнительное исчезновение жилых домов и объектов социально-производственной инфраструктуры за счет миграционных процессов.

Очень серьезной проблемой является обеспечение жителей и хозяйственных организаций чистой водой. Данные о величине

недопотребления воды по радиоактивно загрязненным территориям, находящимся в пойме рек Теча и Исеть, показывают, что общие затраты на переход к другому источнику водоснабжения должны составлять 133,4 млн р. в ценах 2003 г.

Для обеспечения жизнедеятельности на продолжительное время на радиоактивных загрязненных территориях необходимо провести мероприятия по переходу к другому источнику водопользования. Для этого нужно построить 21 км водопроводных сетей в населенных пунктах Далматовского района по р. Теча и 9,1 км по р. Исеть; в населенных пунктах Катайского района – 43,1 км по р. Теча и 23,6 км по р. Исеть; в населенных пунктах Шадринского района – 35,7 км по р. Исеть; в населенных пунктах Шатровского района – 13,2 км по р. Исеть; в населенных пунктах Каргапольского района – по р. Исеть. Компенсационные затраты, необходимые на организацию водоснабжения населенных пунктов, представлены в табл. 21.

При анализе последствий радиоактивного загрязнения территорий для Курганской области выявлены основные составляющие производственно-хозяйственного комплекса, в которых проявились потери.

В результате загрязнения радиоактивными отходами рек Теча и Исеть создались условия, оказавшие отрицательное влияние на экономическую деятельность прибрежных колхозов и совхозов, а также других предприятий и организаций, работа которых связана с водопользованием рек. Запрещение забора воды привело к необходимости реорганизации сельскохозяйственного производства в связи с отселением работающих в отрасли.

Организация охраняемой санитарной зоны создала определенные трудности с ведением поливного овощеводства и использованием части пастбищ и сенокосов.

По мере накопления данных исследований санитарной и ветеринарной служб области и с учетом рекомендаций Института радиационной гигиены на загрязненных радионуклидами территориях районов проводились также мероприятия по переводу в неудобные земли сельскохозяйственных угодий, их дезактивация, переспециализация колхозов и совхозов на производство новых видов культур растениеводства и др.

Компенсационные затраты на организацию водоснабжения

Район и населенный пункт	Численность населения, чел.	Строительство водопроводов, км	Затраты на водопровод, тыс. р. в ценах 1995 г.	Бурение скважин, шт.	Затраты на скважину, тыс. р. в ценах 1995 г.	Общие затраты на переход к другому источнику	
						тыс. р. в ценах 1995 г.	млн р. в ценах 2003 г.
Река Теча							
Далматовский район:	2 334	21,0	2 940	22	330	3 270	16,3
с. Затеченское	851	10,0	1 400	10	150	1 550	7,8
с. Ключевское	792	5,0	700	8	120	820	4,1
с. Першинское	691	6,0	840	4	60	900	4,5
Катайский район:	3 239	43,1	6 034	63	945	6 979	34,9
с. Шутихинское	675	6,8	952	11	165	1 117	5,6
с. Биссерово	450	1,8	252	4	60	312	1,6
с. Бугаево	225	5,0	700	10	150	850	4,2
с. Скилягино	42	2,5	350	2	30	380	1,9
с. Казанцево	373	10,0	1 400	7	105	1 505	7,5
с. Верхняя Теча	725	9	1 260	6	90	1 350	6,8
с. Анчугово	329	5	700	9	135	835	4,2
с. Лобаново	420	3	420	14	210	630	3,2
<i>Итого</i>	5 573	64,1	8 974	85	1 275	10 243	54,2

Окончание табл. 21

Район и населенный пункт	Численность населения, чел.	Строительство водопроводов, км	Затраты на водопровод, тыс. р. в ценах 1995 г.	Бурение скважин, шт.	Затраты на скважину, тыс. р. в ценах 1995 г.	Общие затраты на переход к другому источнику	
						тыс. р. в ценах 1995 г.	млн р. в ценах 2003 г.
Река Исеть							
Катайский район (без н. п. по р. Теча)	3 576	23,6	3 304	62	930	4 234	21,2
Далматовский района (без н. п. по р. Теча)	1 883	9,1	1 274	24	360	1 634	8,2
Шадринский район	8 210	35,7	4 998	71	1 065	6 063	30,2
Шатровский район	8 840	13,2	1 848	47	705	2 556	12,7
Каргапольский район	6 806	13,2	1 848	68	102	1 950	9,7
<i>Итого</i>	29 315	94,8	13 272	272	3 162	16 434	82,02
<i>ВСЕГО</i>	34 888	158,9	22 246	357	4 437	26 683	133,4

Принятые меры по устранению последствий радиоактивного загрязнения территорий и защите населения от радиационного воздействия привели к разрушению сложившейся социально-производственной инфраструктуры пострадавших районов, развившемуся в сокращении и перемещении скота, изъятии загрязненных кормов, изъятии из землепользования пастбищных угодий, пахотных земель. Всего выведено из постоянного использования вдоль р. Теча более 50 тыс. га земель, в том числе пашни – 600 га, сенокосов и пастбищ – 3,2 тыс. га, более 600 га лесных угодий и других пойменных земель.

Сельскохозяйственное производство в растениеводстве припойменных колхозов и совхозов до радиационного инцидента на реках Теча и Исеть характеризовалось тем, что в 1948–1955 гг. растениеводство развивалось в сложившейся структуре темпами в пределах 2,5–3,7% для различных видов культур. Сопоставляя данные 1955 г. с последующими годами, можно выявить тенденцию структурных изменений, стабилизация которых была достигнута лишь в 1980 г. При этом отмечается, что темпы структурных изменений по районам, связанным с радиоактивным загрязнением рек Теча и Исеть, выше, чем по области в среднем. Это относится к зерновым, картофелю и кормовым травам.

Динамика посевных площадей области и районов, подвергшихся радиационному воздействию, показывает в натуральных показателях, что произошли изменения в структуре посевных площадей (зерновые, культуры на силос), но затем они стабилизировались. Доля земель, отводимых под картофель и овощи, заметно снизилась.

С учетом дефицита воды в рассматриваемых районах можно с достаточным обоснованием говорить об опосредованном влиянии радиационного воздействия на структуру посевных площадей (рис. 15), а следовательно, и об определенных потерях продукции сельскохозяйственного производства. Так, заметно снизилась площадь, занимаемая под посадку овощей, в Катайском, Далматовском и Шатровском районах. Следует отметить, что уменьшение площадей под овощи имеет место и в целом по области.

В целях лучшего использования посевных площадей была проведена переструктуризация загрязненных земель по колхо-

зам и совхозам, имеющим земли в долинах рек Теча и Исеть, когда загрязнение со стороны ПО «Маяк» только обнаружилось, что привело к значительному изменению объемов продукции.

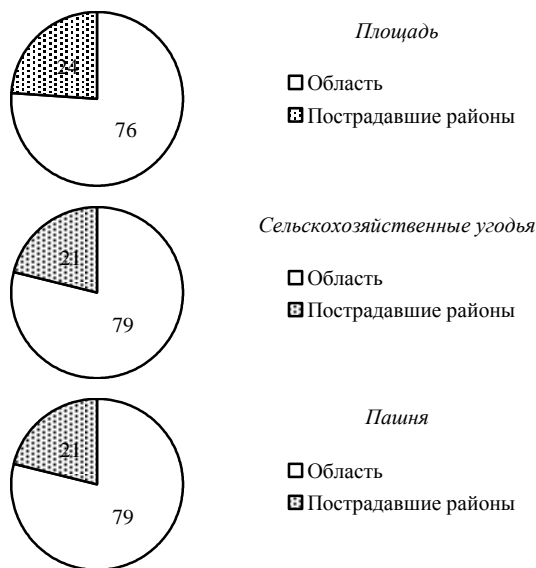


Рис. 15. Доля пострадавших сельскохозяйственных угодий районов в структуре Курганской области

Если для области в целом можно считать, что посевные площади под картофель и овощи за 1965–1980 гг. стабилизировались, то для Далматовского и Каргапольского районов они продолжают снижаться. Следует отметить, что одновременно с принимаемыми мерами по ликвидации последствий загрязнения решались проблемы сохранения объемов сельскохозяйственной продукции, производимой в области.

Животноводство в колхозах и совхозах в долине рек Теча и Исеть в Курганской области до радиационного инцидента динамично развивалось, и поголовье скота в среднем увеличивалось ежегодно на 6–8%. Начиная с 1955 г. прирост поголовья общественного стада колхозов и совхозов снизился почти в два раза, и такие темпы сравнивались со средними районными показателями.

телями. поголовье скота пострадавших хозяйств составляло от 20 до 30% численности стада районов, следовательно, изменение поголовья скота пострадавших хозяйств вызвало заметные потери, повлиявшие на объем валовой продукции области в целом. При этом влияние было более заметным в период создания альтернативного водоснабжения в пострадавших районах.

Анализ динамики поголовья скота показал с определенной достоверностью, что за 1955–1965 гг. поголовье КРС и свиней ежегодно сокращалось в сравнении с возможными темпами его прироста при непроведении достаточных поставарийных мероприятий. В среднем по пострадавшим районам недобор можно оценить в 12 тыс. голов КРС, коров – 4 400 голов. поголовье овец в целом по области с 1955 г. постоянно снижалось и сократилось в несколько раз.

Расчет ущерба от сокращения поголовья скота проведен по отношению к 1948–1950 гг. За период ограничения хозяйственной деятельности только в 1965 г. районы вышли на показатели, предшествующие аварии. Таким образом, ущерб от сокращения поголовья скота за этот период составил 1 050,4 млн р. в ценах 2003 г.

Наряду с приведенными выше составляющими величина ущерба загрязненным территориям области включает также потери, связанные с изменением специализации сельскохозяйственного производства, вызванной ограничениями посевов традиционных культур растениеводства, нарушениями нормальной хозяйственной деятельности леспромхозов, рыбохозяйств на отдельных водоемах, в личных хозяйствах населения, сокращением сбора дикорастущих ягод, грибов, трав и т. д. Учет этих факторов не проводился ввиду отсутствия необходимых сведений.

Ущерб от потери продукции растение- и животноводства, обусловленный выведением земель, оценивался от начала проведения поставарийных мероприятий от радиационного инцидента до снятия ограничений в хозяйственном использовании пострадавших территорий.

В результате выведения загрязненных сельскохозяйственных угодий из оборота для производства сельскохозяйственной продукции и сокращения поголовья крупного рогатого скота была недополучена продукция как государственными предприятиями, так и хозяйствами колхозников, рабочих и служащих.

Для оценки потерь от недобора продукции на выведенных из оборота землях использовался расчет производства сельскохозяйственной продукции на 100 га сельхозугодий (пашня, сенокосы, пастбища) за 1961–1987 гг. С использованием этих данных представляется возможным сделать стоимостную оценку потерь сельхозпродукции как на временно, так и на постоянно выведенных площадях сельхозугодий, принимая во внимание близость природно-климатических условий пострадавших районов Челябинской, Курганской и Свердловской областей.

Общие потери от недобора сельскохозяйственной продукции оцениваются в 1 578,2 млн р. в ценах 2003 г. (рис. 16).

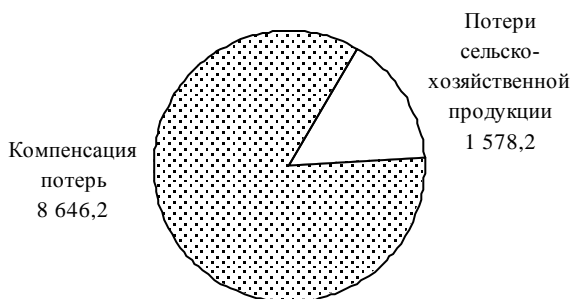


Рис. 16. Сравнительная характеристика потерь сельскохозяйственной продукции и капитальных затрат, необходимых для компенсации потерь продукции, млн р.

Оценка только капитальных затрат, необходимых для организации сельскохозяйственного производства, компенсирующего недополученное количество продукции в растение- и животноводстве, сделана с использованием нормативов по капитальным вложениям (табл. 22 и 23).

Введение ограничений в пользовании водой рек Теча и Исеть, задержка создания альтернативных источников водоснабжения привели к резкому увеличению миграционных процессов.

Принятые меры по отселению из загрязненной поймы р. Теча и создание санитарной зоны по ее берегам не стабилизировали обстановку.

Таблица 22

**Ущерб от недобора сельхозпродукции
на постоянно изъятых сельхозугодьях пострадавших территорий Курганской области**

Показатель	Растениеводство			Животноводство			Всего потерь	
	Зерно	Картофель	Всего продуктов растениеводства	Мясо (ж. в.)	Молоко	Всего продуктов животноводства	тыс. р. в ценах 1961 г.	млн р. в ценах 2003 г.
Среднегодовое производство продукции на 100 га сельхозугодий, т	54,9	7,6	—	4,1	13,4	—	—	—
Стоимость 1 т продукции, тыс. р.	0,0524	0,0935	—	1,1096	0,1936	—	—	—
Курганская область, тыс. р.:	4 423,9	1 091,2	5 515,2	6 989,5	3 986,1	10 975,6	16 490,7	1 578,2
Катайский район	1 521,5	375,3	1 896,8	2 403,8	1 370,9	3 774,7	5 671,5	542,8
Далматовский район	2 902,4	715,9	3 618,3	4 585,7	2 615,2	7 200,9	10 819,2	1 035,4

Таблица 23

**Капитальные затраты, необходимые для компенсации потерь продукции на сельхозугодьях,
постоянно выведенные из оборота на пострадавших территориях области**

Показатель	Растениеводство			Животноводство			Всего затрат	
	Зерно	Картофель	Требуемые капиталовложения	Мясо (ж. в.)	Молоко	Требуемые капиталовложения	тыс. р. в ценах 1961 г.	млн р. в ценах 2003 г.
Норматив капиталовложений на 1 т продукции, тыс. р.	0,75	1,46		25,00	5,41			
Объем компенсации потерь продукции, т	45 590,3	6 311,2		3 404,7	1 120,1			
Требуемые капиталовложения	62 914,6	17 040,2	79 954,8	157 297,9	11 201,3	168 499,2	248 545,0	23 785,8

Ранее отмечалось, что из зоны загрязнения было полностью отселено шесть населенных пунктов (330 дворов) и семь частично (177 дворов) с общей численностью жителей 1 874 чел. В результате стихийного оттока жителей к 1970 г. исчезло только по Катайскому, Далматовскому и Шадринскому районам 17 населенных пунктов с численностью жителей более 1 400 чел. Это были в основном небольшие деревни, для которых сложно было создавать альтернативное водоснабжение.

С 1959 по 1989 г. (причем к концу периода отток населения практически прекратился) в 55 населенных пунктах (из 102 находящихся в прибрежной зоне рек Теча и Исеть) численность жителей сократилась более чем в два раза. Поскольку население здесь было занято в основном сельскохозяйственным производством, то и миграционные процессы в первую очередь нарушили его стабильную работу.

При общем сокращении численности сельского населения пострадавших районов на 35,4% количество занятых в сельскохозяйственном производстве уменьшилось почти в два раза (на 50,3%). При этом по области в целом данные показатели имеют значения 23,2 и 41,0% соответственно. Таким образом, в пострадавших районах имеет место тенденция повышенной миграции населения.

Сокращение сельского населения по Курганской области с 1948 по 1989 г. составило 17,9% (без населения пострадавших районов), в пострадавших районах за тот же период – 35,4% от численности 1948 г. Таким образом, темпы миграции в пострадавших районах в два раза выше, чем по области (рис. 17).

Темпы миграции населения, занятого в рассматриваемых районах в сельскохозяйственном производстве, за период 1948–1989 гг. выше. По области население, занятое в сельхозпроизводстве, сократилось на 37%. По пострадавшим районам – на 50,3%, что в 1,36 раза выше областного показателя. Таким образом, при отсутствии аварийного инцидента население рассматриваемых районов сократилось бы лишь на 20,8 тыс. чел. Следовательно, аварийная ситуация увеличила миграцию на $(28,35 - 20,8) = 7,5$ тыс. чел.

Миграционные последствия на радиоактивно загрязненных территориях области подтверждают, что значительный ущерб,

нанесенный производственной инфраструктуре, связан непосредственно с миграцией населения, особенно с оттоком рабочей силы. Потери численности работающих, занятых в сельскохозяйственном производстве, в связи с утратой рабочих мест при радиационных инцидентах оцениваются в 7,5 тыс. чел.

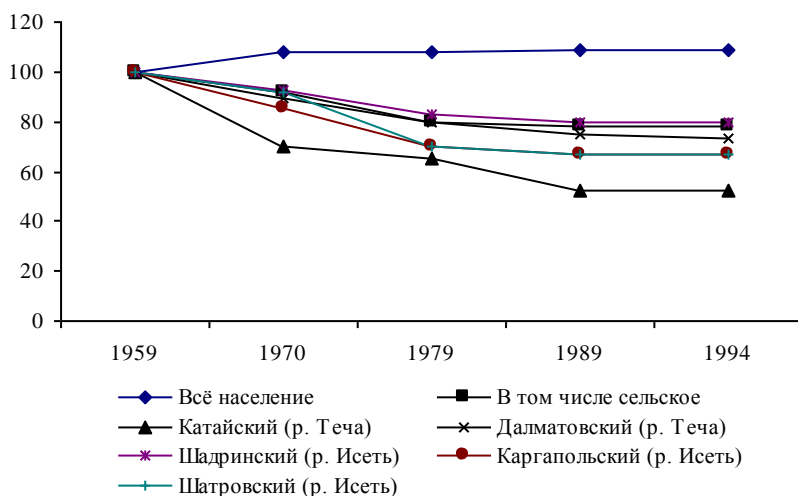


Рис. 17. Динамика численности населения области и районов относительно данных переписи 1959 г., %

Миграционные процессы на загрязненных территориях привели к тому, что в ряде случаев полностью исчезли населенные пункты, а также в 36 населенных пунктах численность жителей уменьшилась с нескольких сотен до нескольких десятков человек. Потери от миграции составили 693,8 млн р. в ценах 2003 г.

Для компенсации потерь от повышенной миграции необходимы инвестиции для создания дополнительных рабочих мест. В сельскохозяйственном производстве для компенсации потерь численности работающих необходимо обустроить рабочие места, чтобы довести производство сельхозпродукции в пострадавших районах до среднеобластных показателей. Изменение миграционной ситуации в положительную сторону возможно

лишь при создании условий, способствующих возвращению в пострадавшие районы сельскохозяйственных рабочих.

Методически оценить затраты, необходимые для создания требуемого количества рабочих мест, можно следующим образом:

1) определить численность сельского населения в целом по области и в пострадавших районах в начальном периоде ($Ч_{обл_1}$ и $Ч_{пост_1}$) и в конечном ($Ч_{обл_2}$ и $Ч_{пост_2}$), используя статистические данные;

2) определить сокращение сельского населения ($Ч_{сок_{1,2}}$) в тот же период по области без пострадавших районов:

$$\begin{aligned} Ч_{сок_1} &= Ч_{обл_1} - Ч_{пост_1}; \\ Ч_{сок_2} &= Ч_{обл_2} - Ч_{пост_2}. \end{aligned} \quad (40)$$

Сокращение населения по области в сельских районах без пострадавших территорий составит, %:

$$Ч_{сок \% обл} = 100\% - \frac{Ч_{сок_2}}{Ч_{сок_1}} \times 100\%; \quad (41)$$

3) определить сокращение населения в пострадавших районах, %:

$$Ч_{сок \% пост} = 100\% - \frac{Ч_{пост_2}}{Ч_{пост_1}} \times 100\%. \quad (42)$$

Сравниваем $Ч_{сок \% пост}$ и $Ч_{сок \% обл}$. Отношение этих величин показывает темп сокращения населения T_1 в пострадавших районах по сравнению со среднеобластными показателями;

4) определить сокращение населения, занятого в сельскохозяйственном производстве по области без пострадавших районов в начальный $Ч_{сок.сх,обл}$ и конечный $Ч_{сок.сх,обл}$ период:

$$\begin{aligned}
\mathcal{C}_{\text{сок.сх}_1\text{обл}} &= \mathcal{C}_{\text{сх}_1\text{обл}} - \mathcal{C}_{\text{сх}_1\text{пост}} ; \\
\mathcal{C}_{\text{сок.сх}_2\text{обл}} &= \mathcal{C}_{\text{сх}_2\text{обл}} - \mathcal{C}_{\text{сх}_2\text{пост}} ; \\
\mathcal{C}_{\text{сок.сх обл \%}} &= 100\% - \frac{\mathcal{C}_{\text{сок.сх}_2\text{обл}}}{\mathcal{C}_{\text{сок.сх}_1\text{обл}}} \times 100\% ; \quad (43)
\end{aligned}$$

5) определить сокращение населения, занятого в сельскохозяйственном производстве на пострадавших территориях в начальный $\mathcal{C}_{\text{сх}_1\text{пост}}$ и конечный $\mathcal{C}_{\text{сх}_2\text{пост}}$ период:

$$\mathcal{C}_{\text{сок \% пост}} = 100\% - \frac{\mathcal{C}_{\text{сх}_1\text{пост}}}{\mathcal{C}_{\text{сх}_2\text{пост}}} \times 100\% ; \quad (44)$$

6) определить темп сокращения населения T_2 , занятого в сельском хозяйстве в пострадавших районах, отношением $\mathcal{C}_{\text{сок \% пост}}/\mathcal{C}_{\text{сок \% обл}}$;

7) определить количество сокращенных рабочих мест в результате повышенной миграции населения в пострадавших районах:

$$\mathcal{C}_{\text{р.м}} = (\mathcal{C}_{\text{сх}_1\text{пост}} - \mathcal{C}_{\text{сх}_2\text{пост}}) - (\mathcal{C}_{\text{сх}_1\text{пост}} - \mathcal{C}_{\text{сх}_2\text{пост}}) / T_2 ; \quad (45)$$

8) определить количество средств, необходимых для создания условий, способствующих возвращению сельскохозяйственных рабочих в пострадавшие районы:

$$Z_{\text{р.м}} = 5,8 \text{ млн р.} \times \mathcal{C}_{\text{р.м}}. \quad (46)$$

По нормативам ЦЭНИИ при Госплане РСФСР для зоны Урала на создание одного рабочего места в сельскохозяйственном производстве требуется 5,8 млн р. в ценах 2003 г.

Учитывая, что природно-климатические условия и хозяйственная деятельность районов пострадавших областей Уральского региона достаточно идентичны, а также в целях обеспечения сопоставимости результатов, в качестве основы при определении единиц удельных стоимостей для хозяйственных объек-

тов и объектов инфраструктуры приняты значения, рассчитанные специалистами областного Управления сельского хозяйства Челябинской области в 1990 г. с использованием методики Института земельных ресурсов Минсельхоза СССР (ГИРЗ).

Наряду с ущербом от сноса населенных пунктов с берегов р. Теча Курганская область понесла потери от вынужденных отселений, стихийно исчезающих поселков, при проведении мероприятий по созданию альтернативного водообеспечения по р. Исеть. Всего было ликвидировано 20 населенных пунктов, 18 из которых насчитывали в среднем до 25 дворов. Ущерб от потери данных населенных пунктов приведен в табл. 24.

Т а б л и ц а 24

**Ущерб от исчезновения населенных пунктов
с берегов рек Теча и Исеть в Курганской области**

Численность населенных пунктов	Количество населенных пунктов	Ущерб от сноса, тыс. р. в ценах 1961 г.			Всего	
		жилых домов	объектов производственной инфраструктуры	объектов социальной инфраструктуры	тыс. р. в ценах 1961 г.	млн р. в ценах 2003 г.
Река Теча						
Катайский район:	6	384	122	43	550	19,1
до 50 дворов	5	243	35	17	296	10,3
51–100 дворов	1	141	87	26	254	8,8
Далматовский район:	7	427	299	87	813	28,3
до 50 дворов	6	206	140	50	396	13,8
свыше 101 двора	1	221	159	37	417	14,5
Всего по Курганской области	13	811	421	130	1 363	47,6
Река Исеть						
Далматовский район:	2	109	111	33	253	8,8
до 50 дворов	2	109	111	33	253	8,8
Шадринский район:	17	753	934	301	1 988	69,2
до 50 дворов	15	563	724	249	1 536	53,5
51–100 дворов	2	190	210	52	452	15,7
Каргапольский район:	1	59	58	17	134	4,7
до 50 дворов	1	59	58	17	134	4,7
Всего по Курганской области	20	921	1 103	351	2 375	82,7

Основная доля этой составляющей ущерба относится к Шадринскому району, в котором исчезло 17 из 20 населенных пунктов в прибрежной зоне р. Исеть.

Уже отмечалось, что в ряде районов Курганской области, пострадавших от радиоактивного загрязнения, численный состав населенных пунктов за поставарийный период значительно уменьшился, а в некоторых из них сократился настолько, что имевшиеся к началу инцидента производственные и социальные объекты утратили свое значение. В Курганской области к таким можно отнести 21 населенный пункт. Оценка величины ущерба от утраты значимости объектов производственно-социальной инфраструктуры из-за сокращения числа жителей в населенных пунктах по рекам Теча и Исеть за поставарийный период дана в табл. 25. Число дворов и инфраструктура населенных пунктов приняты по переписи 1959 г.

Таблица 25

Оценка ущерба от утраты значимости объектов инфраструктуры в населенных пунктах по рекам Теча и Исеть

Численность дворов в населенных пунктах	Количество дворов	Численность жителей, чел.	Ущерб от потери объектов инфраструктуры		Всего	
			производственной	социальной	тыс. р. в ценах 1961 г.	млн р. в ценах 2003 г.
Курганская область, всего:	21	1 856	2 467	555	3 022	105,2
до 50 дворов	5	209	305	83	388	13,5
51–100 дворов	11	875	1 309	285	1 594	55,5
свыше 101 двора	5	772	853	187	1 040	36,2

Наибольший ущерб в сумме 105,2 млн р. в ценах 2003 г., обусловленный утратой значимости объектов производственной и социальной инфраструктуры, понесли населенные пункты Курганской области; более 2/3 составляет ущерб от потери производственной инфраструктуры.

Жилые дома в сельской местности пострадавших районов в 1950-е годы имели в среднем общую площадь до 35 м², т. е. стоимость одного такого жилого дома составляла около 33 тыс. р.

в ценах 1961 г. Общая стоимость социальной инфраструктуры (детский сад, школа, клуб) для населенных пунктов с численностью дворов до 50 шт. составляет 307,0 тыс. р.; от 51 до 100 дворов – 480,0 тыс. р.; свыше 101 двора – 728 тыс. р.

Оценки не содержат затрат на обеспечение жизнедеятельности (бытового и социального обустройства, хозяйственно-производственной организации) переселенных жителей.

Следует признать потерявшими значение подобные объекты в ряде исчезнувших населенных пунктов с численностью жителей менее 50 чел., а также в населенных пунктах, численность жителей в которых уменьшилась с нескольких сотен до нескольких десятков человек. Ущерб от потери в отмеченных населенных пунктах объектов социально-хозяйственного значения и инфраструктуры можно оценить по стоимости соответствующих строительных работ. Исчезновение населенных пунктов и сокращение численности жителей пострадавших районов обусловлено повышенной миграцией населения из зоны загрязнения.

Оценка ущерба, причиненного сельскохозяйственному комплексу пострадавших территорий, сделана из расчета на один крестьянский двор общественного и личного скота и объектов общего пользования по нормативам на три группы населенных пунктов с численностью дворов до 50; 51–100 и свыше 101.

Проведены уточнения по отдельным нормативам для конкретных условий районов Курганской области и определена удельная стоимость единиц мест общественных и частных животноводческих объектов, приходящихся на один крестьянский двор по Курганской области, в ценах 1961 г.

Для Курганской области средние значения скотомест на один крестьянский двор пострадавших районов рассчитаны по данным областного статистического управления на конец 1948 г. Исходные данные и результаты расчета приведены в табл. 26, 27.

По данным статистической отчетности каждый населенный пункт до 50 дворов имел один зерносклад на 500 т и один птичник; населенный пункт, имевший 51–100 дворов, – зерносклад на 1 000 т и два птичника; населенный пункт с числом дворов более 101 – дополнительно еще и гараж на пять автомашин.

Значения принятых для расчетов стоимостей единиц мощности сельскохозяйственного производства и объектов социаль-

ной инфраструктуры в сельских населенных пунктах по Курганской области в ценах 1961 и 2003 гг. приведены в табл. 28.

Таблица 26

**Количество скотомест на один крестьянский двор
в пострадавших районах Курганской области,
где проводились поставарийные меры (данные 1948 г.)**

Район	Численность сельского населения, чел.	Количество дворов	Коллективное и личное стадо, голов				
			КРС	Свиньи	Овцы	Птица	Лошади
Далматовский	37 189	2 014	2 059	1 434	2 417	2 267	1 573
Скотомест на один двор			1,02	0,71	1,20	1,12	0,78
Каргапольский	44 873	1 545	1 750	564	1 674	1 686	675
Скотомест на один двор			1,13	0,36	1,08	1,09	0,44
Катайский	34 263	2 136	2 206	999	2 584	1 482	1 004
Скотомест на один двор			1,03	0,47	1,21	0,69	0,47
Шадринский	51 258	2 820	2 973	1 110	2 612	4 053	1 608
Скотомест на один двор			1,05	0,39	0,93	1,44	0,57
Шатровский	29 848	3 368	3 402	1 126	4 371	2 960	2 046
Скотомест на один двор			1,01	0,33	1,30	0,88	0,61
Всего по районам	197 401	11 883	12 390	8 230	13 658	12 448	6 906
Среднее количество скотомест на один двор	–	–	1,05	0,45	1,14	1,04	0,57

Таблица 27

**Стоимость единицы скотомест, приходящихся на один двор
в пострадавших районах Курганской области**

Назначение скотоместа	Стоимость одного скотоместа	
	р. в ценах 1961 г.	тыс. р. в ценах 2003 г.
Крупный рогатый скот	$3\,078 \times 1,05 = 3\,232$	112,5
Свиньи	$2\,470 \times 0,45 = 1\,112$	38,7
Овцы	$2\,470 \times 1,14 = 2\,816$	98,0
Лошади	$3\,200 \times 0,57 = 1\,824$	63,5
Птица	$10\,412 \times 1,04 = 10\,828$	376,8
<i>Итого</i>	19 812	689,5

Таблица 28

Стоимость единицы производственных и социальных объектов

Производственно-социальный объект	Стоимость объекта	
	р. в ценах 1961 г.	тыс. р. в ценах 2003 г.
Коровник (одно место)	839	29,2
Телятник (одно место)	354	12,4
Свинарник (одно место)	354	12,4
Птичник (единица)	2 416	84,1
Зерносклад (на 1 т)	551	19,2
Гараж (одно место)	11 780	410,0
Жилье (общая площадь, м ²)	250	8,7
Детский сад (одно место)	1 768	61,5
Школа (одно место)	1 200	41,8
Клуб (одно место)	1 200	41,8

Следовательно, стоимость производственно-хозяйственных объектов для населенных пунктов с количеством дворов до 50 в ценах 1961 г. увеличивается на 235,4 тыс. р.; от 51 до 100 дворов – на 471,0 тыс. р.; свыше 101 двора – на 530,0 тыс. р.

Таблица 29

**Общий ущерб,
нанесенный пострадавшим территориям Курганской области
в результате ликвидации и исчезновения населенных пунктов**

Инфраструктура	Составляющие ущерба			Всего ущерб, млн р.	
	Ликвидация населенных пунктов	Исчезновение, отселение населенных пунктов	Утрата значимости инфраструктуры	в ценах	в ценах
				1961 г.	2003 г.
Производственная	0,42	1,10	2,47	3,99	138,9
Социально-бытовая	0,94	1,27	0,56	2,77	96,0
Всего по области	1,36	2,37	3,02	6,76	234,9

Общий ущерб, нанесенный производственно-хозяйственной и социально-бытовой инфраструктуре населенных пунктов по рекам Теча и Исеть в Курганской области в результате ликвидации и исчезновения населенных пунктов, составил 234,9 млн р.

в ценах 2003 г. Наибольшая его доля по пострадавшим районам области приходится на потери инфраструктуры при сносе населенных пунктов с берегов р. Теча в Курганской области (табл. 29). Оценка ущерба от опосредованных поставарийных последствий представлена в табл. 30.

Т а б л и ц а 3 0

Статьи ущерба от опосредованных аварийных последствий

Статья ущерба	Ущерб, млн р. в ценах 2003 г.	Доля, %
Ограничение водопользования	133,4	1,2
Недобор сельскохозяйственной продукции	1 542,8	13,7
Капиталовложения в сельское хозяйство	8 648,2	76,9
Повышенная миграция	693,8	6,2
Исчезновение поселков и утрата объектов инфраструктуры	234,9	2,0
<i>Итого</i>	11 251,1	100,0

Наибольший вклад в ущерб от опосредованных поставарийных последствий дают капитальные затраты, необходимые для компенсации потерь продукции на сельхозугодьях, выведенных из оборота на пострадавших территориях области, что отражено на рис. 18.



Рис. 18. Ущерб от опосредованных аварийных последствий, млн р. в ценах 2003 г.

Радиационная чрезвычайная ситуация привела к нарушениям и изменениям в сложившейся структуре хозяйственных связей, инфраструктуре, а также к дополнительным затратам, вызванным необходимостью проведения отдельных мероприятий по ликвидации последствий радиационной ЧС. Для компенсации опосредованных экономических последствий необходимы значительные капиталовложения. Эти капиталовложения должны направляться на компенсацию всех значимых последствий радиационной ЧС.

Очевидно, что для населения радиоактивно загрязненных территорий необходимо было разработать комплекс мер по социально-экономической реабилитации и сформировать оптимальные условия проживания на радиоактивно загрязненных территориях.

4.3. Отдаленные социально-экономические последствия радиационной ЧС

Отсутствие целевых компенсаций опосредованных экономических потерь в течение длительного промежутка времени привело к накоплению социальных проблем на территориях, подвергшихся радиационному воздействию. В качестве интегрального показателя социальных последствий логично рассмотреть уровень и качество жизни населения в отдаленный период, когда начал осуществляться анализ социально-экономической обстановки в Уральском регионе, подвергшемся радиоактивному загрязнению в результате производственной деятельности ПО «Маяк». Такой анализ проводился по загрязненным территориям согласно Государственной программе в 1997 г. Дальнейшее состояние социальных условий проживания в существенной мере подверглось изменениям в связи с дефолтом в 1998 г.

Основными составляющими нанесенного ущерба явились те, которые были обусловлены разрушением сложившейся системы сельскохозяйственного производства на радиоактивно загрязненных территориях и оттоком населения из пострадавших районов. Невосполнение этих составляющих ущерба предопределило депрессивность социальных условий на загрязненной территории Курганской области.

Загрязнение природной окружающей среды и радиационное воздействие на население территорий повлияло на сложившуюся инфраструктуру районов и вызвало отрицательные социальные эффекты.

Как следствие аварийных радиационных ситуаций, к концу 1980-х годов по основным социально-экономическим показателям радиоактивно загрязненные территории существенно отстали от средних значений для Уральского региона в целом, которые, в свою очередь, соответствовали одному из последних мест в РФ. В ходе экономической реформы это отставание еще больше увеличилось, сказалось на темпах падения уровня и качества жизни населения. Объем промышленного производства в областях Уральского региона, пострадавших от радиационных инцидентов, за 1992–1994 гг. снизился более чем в два раза. То же имело место в сельскохозяйственном производстве, особенно в Курганской области, где падение составило 41,6%.

Методология решения проблемы преодоления социальных последствий радиационных аварий должна основываться на принципах самокупаемости, самофинансирования и возврата заемных государственных средств. Такой подход позволяет создать условия для социально-экономического развития территории и тем самым обеспечить повышение качества и уровня жизни. Возможности такого повышения определяются прежде всего устойчивостью экономической системы территории. Только это позволяет формировать достаточный уровень социальных благ.

Основные положения методологии экономической оценки социального ущерба в современных условиях дефицита инвестиций должны основываться на доведении параметров среды обитания и условий жизни населения, пострадавшего от радиационных инцидентов, до среднеобластных, по ряду параметров – до региональных, а в дальнейшем – до научно обоснованных нормативов.

Социальные условия жизни определяются степенью удовлетворения потребностей, и существует система показателей, характеризующих условия жизни населения. Одни из них отражают качество жизни, степень социального благополучия (жилищные условия, состояние окружающей среды, системы здравоохранения, социальной инфраструктуры, количество коммуни-

каций, сеть автомобильных дорог с твердым покрытием, развитие железнодорожного сообщения, уровень телефонизации), другие связаны с уровнем доходов и занятостью населения, формирующими реальный спрос, определяемый соотношением и уровнем фактических доходов населения.

Проведенные исследования показывают, что социальное развитие радиоактивно загрязненных территорий области находится на достаточно низком уровне, т. е. не дотягивает до среднеобластных показателей, уступает среднему социальному уровню Уральского региона и Российской Федерации, что стало особенно заметно в годы перестройки.

Оценки социального ущерба базируются на группе индикаторов, выбранных на основе результатов ранее выполненных исследований. Показатели, принятые за основу экономической оценки социального ущерба, представлены в табл. 31.

Таблица 31

Исходные показатели экономической оценки социального ущерба на радиоактивно загрязненных территориях

Качество жизни населения (I)	Уровень жизни населения (II)
Обеспеченность жильем, м ² на 1 чел.	Средняя заработная плата (а)
Благоустройство жилого фонда	Выплаты социального характера (б)
Обеспеченность больницами	Прожиточный минимум на душу населения в месяц (в)
Рабочая площадь в школах на одного учащегося	Безработица учтенная
Обеспеченность ДДУ	Безработица скрытая
Состояние социальной инфраструктуры: телефонная сеть	Покупательная способность населения
	Уровень потребления продуктов питания в среднем за месяц на одного члена семьи
	Розничный товарооборот

Методика экономической оценки социального ущерба реализуется путем сравнения показателей по выбранному набору индикаторов, характеризующих состояние радиоактивно загрязненных территорий, со средними их значениями по области и определения необходимых компенсационных единовремен-

ных и текущих финансовых средств для доведения основных элементов и всего социального комплекса до соответствующего уровня социального равновесия.

Кризисное положение в экономике сказалось на качестве и уровне жизни населения. Можно утверждать, что вследствие радиационной ЧС областям региона нанесен существенный социальный ущерб.

Уровень обеспеченности населения характеризуется показателями среднедушевого дохода, соотношением его с величиной прожиточного минимума и стоимостью минимальной продовольственной корзины, состоящей из набора 19 продуктов, и величиной накоплений. Это делается с целью обеспечения самых насущных социальных потребностей населения территории. Сутью принятого подхода является расчет бюджетной обеспеченности населения территории с опорой на социальные нормы и финансовые нормативы.

Качество жизни населения оценивается достаточно полно показателями, приведенными выше, и, что самое главное, возможен расчет их конкретных количественных значений для каждой территории субъектов РФ. Величина каждого показателя рассчитывается на основе официальной статистической отчетности, а его отличие от средних значений по области или РФ рассматривается как требуемые компенсационные затраты для повышения качества жизни населения, которое не было достигнуто в результате имевших место радиационных инцидентов. Оценка качества и определение величины суммарного ущерба по областям региона базировались на показателях численности населения и общей площади районов, в состав которых входят загрязненные районы.

Качество жизни населения.

Обеспеченность жильем в среднем на одного жителя по городам и районам определяется согласно данным статистических сборников областных комитетов Росстата. Компенсационные затраты для достижения среднеобластного уровня обеспеченности жильем определяются по формуле

$$КЗ_{ж\ i} = S_i \times Ч_i \times C_{ж}, \quad (47)$$

где i – индекс города (района); $KЗ_{ж\ i}$ – компенсационные затраты на жилищную сферу i -го города (района); S_i – необходимая дополнительная общая площадь на одного жителя i -го города (района) для достижения среднеобластного уровня обеспеченности общей жилой площадью; $Ч_i$ – численность населения i -го города (района); $C_{ж}$ – стоимость строительства 1 м² жилья.

При наличии ветхого и аварийного жилья обеспеченность жильем на одного жителя следует пересчитать с учетом вычета из общей площади жилого фонда площади аварийного и ветхого жилья:

$$S_i \text{ (на одного жителя)} = \frac{S_i - S_{i \text{ авар}}}{Ч_i}. \quad (48)$$

Благоустройство жилищного фонда характеризуется наличием водопровода, канализации, центрального отопления, газа, горячего водоснабжения, ванн (душа), напольных электроплит. Учитывая, что благоустройство жилищного фонда в сельской местности существенно отличается от городского, целесообразно расчет компенсационных затрат по благоустройству жилья проводить раздельно для городской и сельской местности.

Как следует из принятых методических принципов, величины компенсационных затрат на благоустройство жилого фонда городских и сельских поселений радиоактивно загрязненных территорий, существенно зависят от уровня средних показателей по области.

В целом сумма компенсационных затрат на благоустройство жилого фонда может быть рассчитана по формуле

$$K_{бж\ i} = (S_i - S_{ij}) \times C_j, \quad (49)$$

где j – индекс вида благоустройства; $K_{бж\ i}$ – сумма компенсационных затрат на благоустройство жилого фонда i -го города (района); S_i – общая жилая площадь i -го города (района); S_{ij} – общая жилая площадь благоустроенного жилья по j -му виду в i -м городе (районе); C_j – стоимость благоустройства 1 м² жилья j -м видом услуг.

Обеспеченность больницами и амбулаторно-поликлиническими учреждениями. Компенсационные затраты по обеспеченности больницами и амбулаторно-поликлиническими учреждениями для достижения среднеобластного уровня определяются как разность значения среднего показателя по области и городам, районам радиоактивно загрязненных территорий на 10 тыс. чел., умноженная на стоимость строительства одного койко-места, сложившуюся в рассматриваемом году в городах и районах, пострадавших от радиационного инцидента. При расчетах стоимость строительства одного койко-места принята совместно с амбулаторно-поликлиническими учреждениями для Курганской области равной 182,4 млн р. в ценах 2003 г.

Развитие сети общеобразовательных школ и организация односменных занятий. Затраты на развитие общеобразовательной системы, создание новых учебных мест, которые необходимы в городах и районах радиоактивно загрязненных территорий для обеспечения односменных занятий в общеобразовательных школах, оцениваются с учетом необходимого капитального ремонта действующих школ. Исходя из этого для достижения нормативного уровня числа мест в общеобразовательных школах необходимая сумма средств для строительства новых учебных мест и проведения требуемого капитального ремонта действующих может быть определена следующим образом:

$$K_i = (C_{2i} + C_{3i} + C_{ai}) \times C_c + C_{кр i} \times C_{кр}, \quad (50)$$

где K_i – необходимая сумма компенсационных затрат в общеобразовательную систему i -го города (района); C_{2i} , C_{3i} , C_{ai} – численность детей i -го города (района), обучающихся соответственно во вторую, в третью смену и в школах с аварийной ситуацией; $C_{кр i}$ – число учебных мест, требующих капитального ремонта, в i -м городе (районе); C_c , $C_{кр}$ – соответственно стоимость строительства и капитального ремонта одного учебного места.

При проживании детей в условиях риска последствий радиационного воздействия на здоровье необходимо выделение компенсационных средств для организации диетического питания в школах. Кроме того, развитие сети общеобразовательных школ

и организация односменных занятий требуют привлечения и подготовки дополнительного числа квалифицированных педагогических и медицинских кадров, обеспечения этих кадров жильем, выделения средств для обучения, «подъемных» средств на обустройство в случае привлечения кадров со стороны. Весь объем компенсационных средств можно выразить формулой

$$K_{di} = Ч_{di} \times C_{дп} + Ч_{учi} \times (C_{п} + C_{ж}) + Ч_{пкi} \times C_{пк}, \quad (51)$$

где K_{di} – компенсация денежных средств i -му городу (району); $Ч_{di}$ – численность детей, обучающихся в школах i -го города (района); $C_{дп}$ – стоимость диетического питания на одного учащегося; $Ч_{учi}$ – численность учителей, привлекаемых со стороны для полного укомплектования школ i -го города (района); $C_{п}$ – сумма «подъемных» средств для обустройства на новом месте для привлечения кадров; $C_{ж}$ – стоимость строительства жилья для привлечения кадров; $Ч_{пкi}$ – численность учителей, требующих повышения квалификации и обучения; $C_{пк}$ – стоимость обучения и повышения квалификации.

Однако учет данного фактора требует дополнительной исходной информации, которая в настоящий момент отсутствует в официальной статистике. При условии ее предоставления возможен расчет компенсационных затрат на улучшение питания учащихся и доукомплектование школ.

Из сложившейся практики следует, что на 2003 г. стоимость строительства одного места в школах Курганской области составляла 6,6 млн р.

Социальная норма представляет собой удельный показатель развития сети социальных учреждений в расчете на определенную численность жителей. Финансовый норматив – удельный показатель минимальных затрат на текущее содержание социальной сферы (например, средние расходы в год на одного учащегося общеобразовательной школы или воспитанника дошкольного учреждения).

Обеспеченность детскими дошкольными учреждениями (ДДУ). Развитие сети ДДУ предопределяется следующими причинами:

- необходимостью постоянного медицинского наблюдения за здоровьем детей, предоставления комплекса оздоровительных мер, диетического питания;

- необходимостью качественного уровня подготовки детей к общеобразовательной школе.

В соответствии с таким подходом сумма необходимых компенсационных средств определяется стоимостью строительства недостающих мест в ДДУ, стоимостью средств на содержание детей на уровне санатория-профилактория с доукомплектованием их необходимыми педагогическими и медицинскими кадрами:

$$K_{\text{ДДУ } i} = (Ч_{\text{д } i} - Ч_{\text{м } i}) \times C_{\text{ДДУ}} + Ч_{\text{к } i} \times (C_{\text{п}} + C_{\text{ж}}) + Ч_{\text{пк } i} \times C_{\text{пк}}, \quad (52)$$

где $K_{\text{ДДУ } i}$ – сумма компенсационных средств для строительства и комплектования ДДУ i -го города (района); $Ч_{\text{д } i}$ – численность детей в возрасте от 1 года до 6 лет; $Ч_{\text{м } i}$ – наличие мест в ДДУ i -го города (района); $C_{\text{ДДУ}}$ – стоимость строительства одного места в ДДУ; $Ч_{\text{к } i}$ – численность привлеченных кадров со стороны.

Из-за отсутствия необходимой информации приведен расчет лишь составляющей компенсационных средств, обусловленных строительством необходимого количества мест в ДДУ. Стоимость строительства одного места в ДДУ определялась по данным областного комитета государственной статистики.

Состояние и развитие социальной инфраструктуры. Для обеспечения телефонными аппаратами в расчете на 100 жителей до среднеобластного уровня в городской и сельской местности потребуются строительство новых АТС. Расчет развития телефонной сети выполнен при условии доведения уровня телефонной сети до среднеобластного количества телефонов. По данным Департамента промышленности, строительства и производственной инфраструктуры Курганской области, сметная стоимость такой АТС на начало 2003 г. составляла 209 144 млн р., т. е. удельная стоимость одного номера АТС $\approx 70,0$ млн р.

В целом оценка компенсационных затрат по отдельным составляющим качества жизни населения городов и районов, подвергшихся радиационному воздействию, дает возможность более реально определять необходимые объемы затрат на реабилитацию.

литацию населения и территорий, пострадавших в результате радиационных инцидентов.

Из доступных данных следует, что население радиоактивно загрязненных территорий Курганской области имеет более низкую обеспеченность жильем в сравнении как со среднероссийским, так и с областным уровнем. При этом в городах и районах радиоактивно загрязненных территорий имеется значительное количество ветхого жилья, требующего замены.

Обеспеченность жилплощадью одного проживающего в РФ в 2003 г. составляла 18,1 м². В г. Шадринске обеспеченность жильем составляла только 15,6 м² на одного жителя. В большинстве населенных пунктов сельской местности эта величина еще меньше.

По Курганской области благоустройство жилищного фонда в сельской местности существенно отличается от городского, хотя и городское благоустройство выглядит довольно убого: жилой фонд в Каргаполье обеспечен водопроводом всего на 26%, центральным отоплением – на 32%, канализацией – на 21%, горячим водоснабжением – на 11%, напольными электроплитами – на 0,6%, а ваннами (душем) – на 18%. В остальных городских поселках обеспеченность данными видами благоустройства составляет 55–80%, что существенно ниже областного уровня и не идет ни в какое сравнение с региональным уровнем. Благоустройство в сельской местности находится в зачаточном состоянии, исключение составляет обеспеченность газом – 70–85%.

Для определения величины компенсационных затрат на благоустройство жилищного фонда в Курганской области по данным за 2003 г. сделаны расчеты удельных затрат на благоустройство по каждому виду услуг на 1 м² общей площади жилья и стоимости коммунальных затрат, приходящихся на одного жителя. Величины требуемых компенсационных затрат на благоустройство жилищного фонда до среднеобластного уровня составляют 1 344,3 млрд р. в ценах 2003 г.

Компенсационные затраты на достижение среднеобластного уровня обеспечения больницами и амбулаторно-поликлиническими учреждениями на территориях, подвергшихся радиационному воздействию, составляют 315 млрд р. в ценах 2003 г.

Анализ статистической информации показывает, что до 25% учащихся обучаются в две и даже в три смены. Значительное ко-

личество школ находится в аварийном состоянии и требует капитального ремонта. При определении компенсационных затрат на проведение капремонта по индивидуальным сметам с обеспечением односменных занятий после ремонта возможно стоимость капитального ремонта принять на уровне 0,8 стоимости нового строительства, так как при обеспечении соответствия учебного процесса современным требованиям, предъявляемым к общеобразовательным школам, необходим ввод дополнительных площадей для учебных кабинетов, спортивного зала, столовой и других объектов.

Затраты для достижения нормативного уровня количества мест в общеобразовательных школах за счет строительства новых учебных мест и проведения требуемого капитального ремонта действующих составят 221,9 млрд р. в ценах 2003 г.

Недостаток детских дошкольных учреждений на территориях, подвергшихся радиационному воздействию, привел к тому, что компенсационные затраты на строительство ДДУ в городах и районах радиоактивно загрязненных территорий Курганской области составляют 378,5 млрд р. в ценах 2003 г.

Развитие социальной инфраструктуры по городам и районам Курганской области определялось исходя из состояния ее составляющих. Величина компенсационных затрат на развитие телефонных сетей городов и районов пострадавших территорий до областного уровня составляет 110,5 млн р. в ценах 2003 г.

В целом оценка компенсационных затрат по отдельным составляющим качества жизни населения городов и районов Курганской области, подвергшихся радиационному воздействию, дает возможность более реально определять необходимые объемы затрат на реабилитацию населения и территорий, пострадавших в результате радиационных инцидентов. Сумма требуемых компенсационных затрат по городам и районам приведена в табл. 32 и проиллюстрирована на рис. 19. Следует учитывать, что величина компенсационных затрат не включает ряд составляющих качества жизни из-за недостаточности статистических данных и нестабильности стоимости оборудования, работ, услуг на региональных рынках. К этим составляющим относятся строительство объектов социально-культурного назначения, сфера услуг и др.

Таблица 32

**Требуемые компенсационные затраты
на обеспечение областного уровня качества жизни
на радиоактивно загрязненных территориях Курганской области**

Вид благоустройства	Шадринск, млн р. в ценах 1995 г.	Компенсационные затраты, млн р. по районам, в ценах 1995 г.					по области, в ценах 2003 г.
		Далматовский	Кагайский	Шадринский	Шагровский	Каргапольский	
Строительство жилья	321,4	53,8	49,80	20,5	–	57,0	2 512,5
Строительство больниц и поликлиник	–	–	30,20	15,1	30,7	30,2	531,0
Благоустройство жилья:							
водопровод	13,5	–	0,96	9,2	17,3	10,7	258,3
канализация	14,2	–	0,98	15,3	17,1	11,3	294,4
газ	22,4	0,6	2,5	7,0	7,9	5,9	228,3
центральное отопление	11,1	4,1	1,7	13,1	19,0	12,4	307,0
горячее водоснабжение	30,8	1,2	4,8	19,8	11,2	10,9	393,5
электроплиты	33,1	8,2	1,4	21,0	18,4	9,2	456,5
ванны (душ)	17,6	3,0	1,1	15,7	16,8	11,1	326,5
Общеобразовательная сфера	50,0	8,9	69,6	4,2	2,1	2,7	678,5
Детские дошкольные учреждения	54,9	12,1	60,9	17,8	18,0	17,8	949,0
Затраты на развитие телефонной сети	–	7,6	10,9	6,3	3,0	23,5	436,0
Итого по районам:							
в ценах 1995 г.	569,0	99,5	242,9	165,0	197,5	202,7	1 476,7
в ценах 2003 г.	2 845,0	497,5	1 214,7	825,0	987,5	1 013,5	7 383,6

Для анализа социально-экономического развития хозяйства РФ и уровня жизни населения разработана система индикаторов, которые сгруппированы по четырем направлениям. Из существующего множества параметров социально-экономического развития территорий для социальной реабилитационной политики нами отобраны те, которые ориентированы на защиту населения.

Уровень жизни населения определяется прежде всего устойчивостью развития экономики, что позволяет сформировать до-

статочный объем социальных благ и образ жизни человека, обеспечить воспроизводство физического и психологического здоровья.

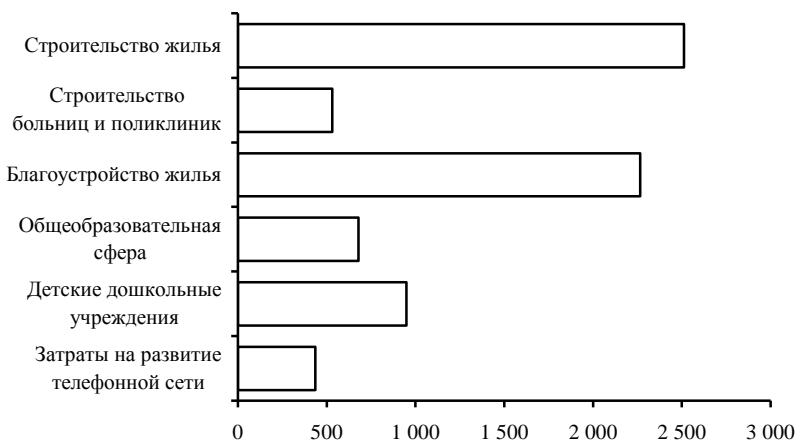


Рис. 19. Компенсационные затраты на обеспечение областного качества жизни на радиоактивно загрязненных территориях, млн р. в ценах 2003 г.

Вопросы оценки уровня жизни населения являются достаточно сложными, поскольку носят сравнительный характер. При этом как бы отсутствует сама база сравнения, тот идеал, которого необходимо достигнуть. Важно иметь нижнее, или критическое, значение, которым характеризуется физическое, психологическое и социальное неблагополучие.

В зарубежной практике уровень жизни населения оценивается исходя из понятия «бедность», которое определяется минимальной суммой потребляемых благ, абсолютно необходимых для сохранения здоровья и ведения умеренно активной трудовой жизни. Понятие «абсолютная бедность» получило распространение в мире как показатель оценки минимального уровня жизни. Минимальные потребности принимаются в основном одинаковыми во всех странах и требуют лишь незначительных поправок

на климатические условия. Эта концепция используется до последнего времени как инструмент социальной политики, позволяющий установить величины прожиточного минимума (границы бедности). Если фактический доход индивида меньше прожиточного уровня, то он имеет право на пособие.

В большинстве стран границу бедности определяют путем «доставания» пищевого рациона до размеров бюджета прожиточного минимума либо минимально допустимого дохода. Специалисты квалифицируют такой подход как общепринятый.

Что касается продовольственных товаров, то здесь важную роль играют рекомендации диетологов. Но поскольку пищевой рацион – лишь часть всего набора благ первой необходимости и, как правило, не доминирующая, самостоятельного значения для оценки масштабов бедности он не приобрел. В реальной структуре потребления американских семей на питание приходится в среднем треть их доходов.

Отечественная статистика бедности пока находится в стадии становления. Основным источником информации о показателях уровня жизни являются статистические материалы по обследованию семейных бюджетов.

Уровень жизни населения: степень удовлетворения потребностей определяется прежде всего величиной среднедушевого дохода и соотношением его с прожиточным минимумом, характеризующим порог крайней бедности, или выживаемости. Как показывает анализ статистических данных, уровень потребления продуктов питания по радиоактивно загрязненным территориям ниже разработанных минимальных норм, что неприемлемо для населения, проживающего в условиях повышенной радиационной нагрузки¹.

Исходные показатели экономической оценки социального ущерба на радиоактивно загрязненных территориях по категориям *повышения уровня жизни населения* таковы: средняя заработная плата, безработица учтенная, безработица скрытая, покупательная способность населения, уровень потребления продуктов питания в среднем за месяц на одного члена семьи; розничный товарооборот.

¹ Решением ООН за интегральный показатель «качество жизни», «уровень жизни» принята продолжительность жизни.

В связи с этим для загрязненных территорий физиологический минимум целесообразно рассчитывать исходя из минимальных норм потребления продуктов, разработанных Институтом питания РАМН, Институтом социально-экономических проблем народонаселения РАН, Минтруда России совместно с зарубежными специалистами. Естественно, что под влиянием местных условий, специфики развития отраслей промышленности, уровня цен в каждом городе (районе) формируется собственный уровень усредненного денежного дохода и прожиточного минимума. Повышение обоснованности расчетов возможно за счет разработки для пострадавшего населения специальных норм минимального потребления продуктов питания, необходимых для нормальной жизнедеятельности.

Физиологический минимум характеризуют как минимальную норму потребления продуктов и исчисляют по формуле

$$\Phi \min_i = \sum \text{НПорт}_j \times \text{Ц}_{ij}, \quad (53)$$

где $\Phi \min_i$ – денежная величина, характеризующая физиологический минимум в i -м городе (районе); НПотр_j – минимальная норма потребления j -го продукта; Ц_{ij} – цена j -го продукта в i -м населенном пункте.

Определение прожиточного минимума осуществляется путем добавления к стоимости пищевого рациона стоимостных оценок непродовольственных товаров и услуг, а также налогов, которые можно определить исходя из фактических затрат беднейших семей, полученных в результате обследования населения (10% наименее обеспеченных семей). Для расчета прожиточного минимума по загрязненным территориям использованы данные прожиточного минимума в среднем по Курганской области.

Коэффициент, показывающий соотношение среднедушевого дохода с прожиточным и физиологическим минимумом, для загрязненных территорий Курганской области составляет 0,32–0,42. Как показывает мировая практика, в случае если душевой доход индивида меньше уровня прожиточного минимума, государство выплачивает соответствующее пособие. Величина требуемых дотаций, необходимых для обеспечения минимального

прожиточного уровня, рассчитанная как разность между прожиточным минимумом и среднедушевым доходом, определена как

$$\Delta D_{i1} = (P_{\min i} - D_i) \times \text{Ч}_i, \quad (54)$$

где ΔD_{i1} – величина дотации для обеспечения минимального прожиточного уровня по i -му населенному пункту; $P_{\min i}$ – прожиточный минимум в i -м населенном пункте; D_i – среднедушевой доход в i -м населенном пункте; Ч_i – численность населения в i -м населенном пункте.

Условно необходимый уровень среднедушевого дохода должен быть втрое больше стоимости минимального рациона питания. Тогда условно необходимый уровень дохода и соответствующих ему дотаций будет исчислен следующим образом:

$$TD_i = 3\Phi_{\text{т}}I, \quad (55)$$

$$\Delta D_{i1} = (TD_i - D_i) \times \text{Ч}_i, \quad (56)$$

где TD_i – условно необходимый уровень дохода в i -м населенном пункте; ΔD_{i1} – величина дотации для обеспечения условно необходимого уровня дохода.

Как показывает анализ статистических данных, уровень потребления продуктов питания по Курганской области ниже разработанных минимальных норм, что недопустимо для людей, получивших повышенную радиационную нагрузку.

Прожиточный минимум определен путем добавления к стоимости минимально потребляемого набора продуктов по каждой из территорий стоимостных оценок непродовольственных товаров и услуг, которые приняты на уровне средних по соответствующему бюджету Курганской области.

Для того чтобы человек мог обеспечить нормальный уровень социальных и духовных потребностей, доля расходов на продукты питания должна составлять примерно треть его дохода. В совокупном виде покупательная способность населения выражается в показателе розничного товарооборота, напрямую зависящего от величины денежного дохода, численности населения и уровня цен на данной территории. Поэтому сравнение правомерно производить по величине розничного товарооборо-

та на душу населения с учетом индекса, отражающего разницу территориального уровня цен.

Об уровне жизни достаточно полную информацию дает показатель **розничного товарооборота** городов загрязненных территорий в сравнении со среднеобластным его значением.

В связи с различием цен сравнительная оценка товарооборота территорий требует приведения показателя в сопоставимые условия. Поэтому сравнение правомерно производить по величине розничного товарооборота на душу населения с учетом индекса, отражающего разницу территориального уровня цен, что может быть выражено следующей формулой:

$$ТОб_i = \sum ТОб_i / Ч_i \times I_{ц}, \quad (57)$$

где $ТОб_i$ – розничный товарооборот на душу населения i -го города (района); $\sum ТОб_i$ – суммарный розничный товарооборот по i -му городу (району); $Ч_i$ – численность населения i -го города (района); $I_{ц}$ – индекс цен.

Индекс сопоставимости цен на конкретный отрезок времени может быть рассчитан как отношение прожиточного минимума населения i -го города (района) к среднеобластному прожиточному минимуму, так как в их исчислении участвует один и тот же набор потребляемых товаров, и, следовательно, отражает лишь различие в ценах данных территорий.

Таким образом,

$$I_{ц} = \frac{Пmin_i}{Пmin_{обл}}, \quad (58)$$

где $Пmin_i$, $Пmin_{обл}$ – прожиточный минимум на i -й территории и в области соответственно.

Проведенные расчеты и анализ розничного товарооборота на душу населения на радиоактивно загрязненных территориях свидетельствуют, что он практически по всем территориям ниже, чем в среднем по Курганской области.

Результаты проведенных расчетов показывают необходимость увеличения денежных доходов населения радиоактивно

загрязненных территорий с целью выравнивания покупательной способности территорий до среднеобластного уровня.

Одним из важнейших направлений повышения жизненного уровня и снятия социальной напряженности является увеличение денежных доходов населения. Это возможно, на наш взгляд, по следующим направлениям:

1) выплата дотаций для слабозащищенных социальных слоев населения (пенсионеров, инвалидов и др.) в размере, обеспечивающем их проживание на уровне не ниже прожиточного минимума, определенного для данной территории;

2) повышение товарооборота за счет выплаты дотаций, определенное по доле потребительских расходов в прожиточном минимуме;

3) введение территориального повышающего коэффициента заработной платы в связи с проживанием на территориях, подвергшихся радиационному воздействию;

4) трудоустройство людей, вынужденно оказавшихся без работы.

Для решения проблемы занятости пострадавшего населения путем *создания рабочих мест* требуется выделение государственных инвестиций, объем которых может быть определен по формуле

$$Уз = Ц_{рм} \times (Ч_б + Ч_{сб}) - Фз, \quad (59)$$

где Уз – объем необходимых финансовых средств для снятия социальной напряженности, обусловленной вынужденной занятостью трудоспособного населения; $Ц_{рм}$ – фактическая стоимость рабочего места в текущих ценах; $Ч_б$ – численность безработных на период оценки; $Ч_{сб}$ – численность скрытой безработицы; Фз – средства фонда занятости, направляемые на создание рабочих мест.

Оценка стоимости одного рабочего места может быть определена согласно имеющимся научным разработкам для действующего производства либо на основе анализа инвестиционных проектов для вновь создаваемых производств.

Учитывая технологическую структуру экономики городов и преимущественно сельскохозяйственную направленность хо-

зайств пострадавших районов, для рассматриваемых территорий можно выделить отрасли машиностроения, строительных материалов, легкой и пищевой промышленности. Стоимость создания одного дополнительного рабочего места в производстве, согласно результатам оценки, проводимой в Институте экономики УрО РАН, и на основе имеющегося анализа инвестиционных проектов, в расчетах принята на уровне 254,0 млн р. в ценах 2003 г.

Количество создаваемых рабочих мест определяется численностью безработных и возможным высвобождением трудящихся за счет скрытой безработицы (требует проведения дополнительных исследований). Опираясь на исследования Института социально-экономических проблем Ленинградского отделения РАН и Института экономики УрО РАН, высвобождение трудящихся за счет скрытой безработицы принимаем на уровне 0,5%.

Организация дополнительных рабочих мест увеличивает розничный товароборот за счет выплаты заработной платы трудоустроенным гражданам. Сумма дополнительных денежных доходов определяется по формуле

$$D_i = 3\Pi_i \times \text{Ч}_{\text{рм}}, \quad (60)$$

где D_i – объем денежных средств, выплачиваемых работникам i -го города (района) в связи с организацией новых рабочих мест; $3\Pi_i$ – средняя заработная плата в i -м городе (районе); $\text{Ч}_{\text{рм}}$ – число созданных рабочих мест.

На основе доли потребительских расходов в денежных доходах населения определяется возможное увеличение розничного товарооборота за счет выплаты заработной платы трудоустроенных граждан:

$$\text{ТОб}_i = D_i \times L, \quad (61)$$

где ТОб_i – объем розничного товарооборота за счет поступления дополнительных денежных средств на потребительские расходы в i -м населенном пункте; D_i – повышение розничного товарооборота за счет выплаты дотаций слабозащищенным слоям насе-

ления; L – доля потребительских расходов в денежных средствах населения.

Недостающий объем розничного товарооборота должен покрываться за счет введения территориального повышающего коэффициента.

Исходя из выбранных ранее отраслевых приоритетов в расчетах по созданию дополнительных рабочих мест учтено возможное высвобождение трудящихся за счет скрытой безработицы, составляющей около 0,5%; в других отраслях, таких как пищевая промышленность и сельское хозяйство, возможен рост занятости.

Недостающий объем увеличения розничного товарооборота должен покрываться за счет введения территориального коэффициента к заработной плате. Данный коэффициент может быть рассчитан из условия повышения покупательной способности денежных доходов до среднеобластного уровня. Размер дополнительно начисляемой заработной платы должен повысить покупательную способность на ту величину, которая отличает розничный товароборот данной территории от среднего его значения по Курганской области:

$$\Delta ЗП = \sum (ТОб_{ср} - ТОб_i) \times Ч_i / Ч_p - \sum ТОб_{рми} / Ч_p - Ч_i / Ч_p, \quad (62)$$

где $\Delta ЗП$ – необходимый рост заработной платы для выравнивания покупательной способности населения i -го города (района); $ТОб_{ср}$ – товароборот на душу населения в среднем по Курганской области; $ТОб_i$ – товароборот на душу населения в i -м городе (районе); $Ч_i$ – численность населения в i -м городе (районе); $Ч_p$ – численность работающих в i -м городе (районе) с учетом вновь трудоустроенных по радиоактивно загрязненным территориям; $ТОб_{рми}$ – повышение розничного товарооборота за счет создания рабочих мест в i -м городе (районе).

Величина территориального коэффициента повышения заработной платы выражается формулой

$$K_{ЗП} = \frac{ЗП_{ср} + \Delta ЗП}{ЗП_{ср}}, \quad (63)$$

где $K_{зп}$ – коэффициент повышения заработной платы пострадавшего населения; $ЗП_{ср}$ – средняя заработная плата по загрязненным территориям; $\Delta ЗП$ – необходимый прирост заработной платы для выравнивания покупательной способности территорий до среднеобластного уровня.

Уровень среднедушевого дохода в результате реализации реабилитационных мер будет близок к прожиточному минимуму. Величина требуемых дотаций, необходимых для обеспечения минимального прожиточного уровня, рассчитывается как разность между прожиточным минимумом и среднедушевым доходом.

Компенсационные меры, направленные на повышение уровня жизни пострадавшего населения до среднеобластных показателей, позволят приблизить уровень среднедушевого дохода к прожиточному минимуму и определяют соответствующие показатели ущерба.

Исследования уровня жизни населения пострадавших территорий региона по материалам бюджетного обследования домохозяйств области показывают, что в 2003 г., как и в предыдущие годы, большая часть населения сталкивалась с серьезными социальными проблемами: отсутствием ощутимого роста уровня жизни; углублением процесса социальной дифференциации по уровню денежного дохода; увеличением социально незащищенных слоев населения.

Величина дотаций, необходимых для обеспечения минимального прожиточного уровня, рассчитывается как разность между прожиточным минимумом и среднедушевым доходом. Величина территориального коэффициента повышения заработной платы для Курганской области составила 1,13. Результаты оценки компенсационных выплат даны в табл. 33 и на рис. 20.

Даже после проведения реабилитационных экономических мер среднедушевой доход жителей загрязненных территорий Курганской области будет составлять только половину прожиточного минимума.

Как следует из результатов исследований по систематизации и анализу материалов о социальных последствиях радиационных инцидентов, величина компенсационных затрат на доведение качества и уровня жизни пострадавшего населения радио-

активно загрязненных территорий только по рассмотренным показателям до уровня среднеобластных значений в 2003 г. требует значительных затрат (табл. 34, рис. 21).

Таблица 33

Суммарная стоимость компенсационных экономических мер по повышению уровня жизни населения на радиоактивно загрязненных территориях Курганской области, млн р.

Территория	Капитальные вложения на создание дополнительных рабочих мест, в ценах 1995 г.	Дотации слабозащищенному населению, в ценах 1995 г.	Выплаты заработной платы по повышающему коэффициенту, в ценах 1995 г.	Сумма текущих годовых затрат	
				в ценах 1995 г.	в ценах 2003 г.
г. Шадринск	73,7	5,81	13,56	92,67	275,0
Далматовский район	53,2	1,31	6,72	61,23	181,7
Катайский район	88,8	1,97	5,52	96,29	285,7
Шадринский район	46,4	1,82	6,60	54,82	162,7
Шатровский район	64,1	2,58	4,56	71,24	211,4
Каргапольский район	70,4	2,08	5,76	78,24	232,0
Курганская область, всего	396,2	15,57	43,72	454,49	1 348,5

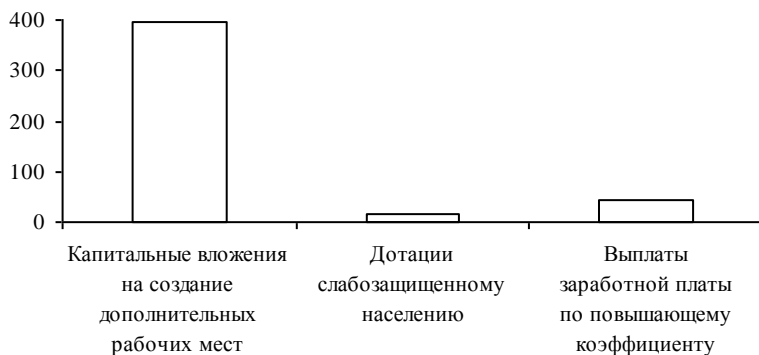


Рис. 20. Компенсационные затраты на повышение уровня жизни населения радиоактивно загрязненных территорий Курганской области, млн р. в ценах 1995 г.

**Компенсационные затраты
на повышение качества и уровня жизни**

Категория	Затраты, млн р. в ценах 2003 г.	Доля, %
Качество жизни	7 380,6	85,0
Уровень жизни	1 348,5	15,0
<i>Итого</i>	8 729,1	100,0

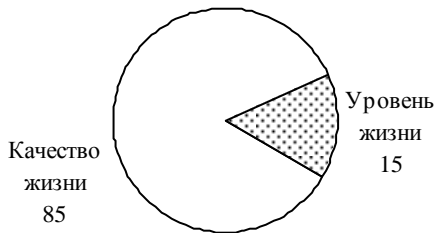


Рис. 21. Компенсационные затраты на повышение качества и уровня жизни, %

Социальный ущерб, нанесенный населению городов и районов Курганской области, до настоящего времени некомпенсирован. В то же время проведенный сравнительный анализ по ряду показателей социальной значимости свидетельствует о неблагоприятной социальной ситуации, сложившейся на пострадавших территориях.

Рассмотренные результаты социальных последствий по сопредельным районам областей, пострадавших от деятельности ПО «Маяк», свидетельствуют, что социальный ущерб, нанесенный Уральскому региону радиационными авариями, существенно превышает плановые объемы финансирования, предусмотренные Федеральной целевой программой «Социальная и радиационная реабилитация населения и территорий Уральского региона, пострадавших вследствие деятельности ПО „Маяк“ на 1996–1997 гг. и на период до 2000 г.», а также затраты на социальную и радиационную реабилитацию региона, имевшую место ранее.

В условиях рыночных отношений, при резкой недостаточности бюджетных средств требуются альтернативные варианты обеспечения реабилитационных мероприятий.

4.4. Оценка ущерба от опосредованных потерь здоровья населения от радиационных чрезвычайных ситуаций

Существенной составляющей опосредованного ущерба социальных последствий радиационной ЧС являются потери здоровья населения, вынужденного длительное время проживать на радиоактивно загрязненных территориях Курганской области в депрессивных экономических условиях.

На уменьшение продолжительности жизни может влиять не только радиационный фактор, но и факторы риска другой природы (промышленные выбросы, социально-экономические условия жизни и пр.). Радиационное воздействие является значимым в общей структуре нарушений здоровья, но не может рассматриваться как доминирующий фактор. Определенную роль в ухудшении здоровья сыграло снижение социальных и экономических условий жизни населения на пострадавших территориях, прямо или косвенно обусловленное последствиями радиоактивного загрязнения. Поэтому для определения фактических показателей здоровья населения, а также экономических потерь, связанных с нарушением здоровья, использовался фактический метод оценки – метод прямого счета.

Метод прямого счета основывается на анализе и сопоставлении медико-статистических данных о состоянии здоровья и продолжительности жизни населения, проживающего или проживавшего на загрязненной территории, и населения территорий, не попавших в зону воздействия вредного фактора. Выбор контрольного района производится из условия наибольшего совпадения климатических, социальных, экономических и прочих условий жизни. В качестве контрольной территории для районов, приграничных с речной поймой Теча – Исеть, был выбран Петуховский район. Для г. Шадринска в качестве контроля был взят г. Курган.

Если первым методом, основанным на выявлении медицинских последствий по количественной зависимости («доза – эффект»), ущерб оценивается только по одному их виду – ожидаемой повышенной смертности, то преимуществом второго метода является то, что он позволяет учесть реальную ситуацию в состоянии здоровья населения на пострадавших территориях по всем видам последствий. Кроме того, практика показывает, что в условиях относительно малых доз радиации влияние облучения на здоровье населения с течением времени всё более определяется опосредованными последствиями загрязнения, проявляющимися в ухудшении социально-экономических условий жизни и повышении морально-психологического напряжения населения пострадавших территорий.

Расчет экономического ущерба от потери здоровья населения прибрежных территорий по рекам Теча и Исеть в Курганской области проводился по медико-гигиеническим данным за 50-летний период (с 1949 по 1998 г.).

Медико-гигиенические исследования во всех возрастных группах взрослого населения выявили группы заболеваний, показатели которых достоверно повышают уровень заболеваемости контрольного контингента: новообразования, болезни эндокринной системы, органов дыхания, нервной системы, которые прежде всего реагируют на нарушения иммунного статуса организма.

У детского населения Катайского, Далматовского и Шадринского районов выявлена повышенная заболеваемость по всем указанным классам.

В заболеваемости подростков отмечаются изменения практически по тем же классам, что и у детей, только прибавляются новообразования. Данные по заболеваемости новорожденных в изучаемых районах Курганской области свидетельствуют, что в предыдущее десятилетие в этих районах наблюдалась повышенная заболеваемость новорожденных по сравнению с контрольным Петуховским районом.

При анализе заболеваемости взрослого населения г. Шадринска и загрязненных сельских районов области была обнаружена повышенная заболеваемость по таким экологозависимым классам болезней, как болезни органов дыхания, нервной системы и органов чувств, а также, если принять во внимание возможное

влияние радиации, становится понятным увеличение заболеваний эндокринной системы (щитовидная железа) и новообразований. У населения г. Шадринска при сравнении с г. Курганом обнаружена повышенная заболеваемость новообразованиями.

Проведенный анализ онкологической заболеваемости населения, проживающего на р. Теча, показал увеличение заболеваемости в Катайском районе в основном у мужчин; в Далматовском, Шадринском, Шатровском районах, г. Шадринске – как у мужчин, так и у женщин; в Каргапольском районе – только у мужчин. У детского населения цифры заболеваемости ниже, что связано с небольшим количеством населения в пойме рек Теча и Исеть. В старших же возрастах регистрируется повышенная заболеваемость.

Следует отметить, что несмотря на длительный промежуток времени, прошедший с момента радиационных инцидентов, у населения деревень, расположенных в пойме рек Теча и Исеть, всех изучавшихся сельских районов Курганской области зарегистрирована повышенная заболеваемость злокачественными новообразованиями.

Анализ повышенной онкологической заболеваемости населения по сравнению с контролем выполнен для Далматовского, Каргапольского, Катайского, Шадринского и Шатровского районов. Расчет проводился отдельно для мужчин и женщин в различных возрастных категориях. Наибольшее превышение онкологической заболеваемости наблюдается в Шатровском районе, ущерб здесь составил 82,9 млн р. По исследуемым районам дополнительный экономический ущерб от онкологической заболеваемости в целом составил 110,3 млн р.

Суммарный дополнительный экономический ущерб от повышенной онкологической заболеваемости детского и взрослого населения составил 116,17 млн р. в ценах 2003 г.

**Дополнительный экономический ущерб,
связанный с повышенной онкологической заболеваемостью
взрослого населения Курганской области,
млн р. в ценах 2003 г.**

Далматовский район.....	8,4
Каргапольский район	3,8

Катайский район	4,0
Шадринский район	11,2
Шатровский район.....	82,9
<i>Итого.....</i>	<i>110,3</i>

Суммарный экономический ущерб от повышенной общей заболеваемости населения в исследуемых районах составил 38,2 млн р. в год в ценах 2003 г.

Наиболее неблагоприятным последствием вредного влияния экологических нарушений на здоровье населения является повышенный уровень смертности в любой возрастной группе и нарушение естественного воспроизводственного процесса населения.

В деревнях, расположенных по рекам Теча и Исеть, Катайского и Далматовского районов Курганской области отмечается более высокая смертность, чем в контрольных населенных пунктах. Причем разница с контрольными показателями наиболее значительна в первые годы после начала сброса в реку радиоактивных стоков.

Анализируя смертность населения г. Шадринска, можно сказать, что выявлена повышенная смертность как у мужчин, так и у женщин в 1949–1952 гг., а также в младших и старших возрастных группах.

В деревнях, расположенных по берегам р. Исеть, Шадринского района до 1949 г. наблюдалась более низкая, чем в контроле, смертность населения. В первые годы радиоактивных сбросов отмечается повышение смертности в старших возрастах (60 лет и старше) как у мужчин, так и у женщин. В 1952–1953 гг. возросла смертность детей до года, чего не наблюдалось более ни до, ни после радиационных инцидентов.

Необходимо отметить более высокую смертность мужского населения деревень, расположенных по р. Исеть, в старших возрастных группах по сравнению с прочим мужским населением.

У населения деревень Каргапольского района, расположенных в пойме р. Исеть, в последний период четко выраженных изменений смертности нет. Однако в целом смертность населения более высокая, чем в контрольном районе; среди мужского населения с 1949 по 1954 г. наблюдалась высокая смертность среди детей и мужчин старших возрастных групп. Среди женского населения в первое десятилетие после начала сброса отме-

чается более высокая смертность среди детей до года жизни и среди женщин старше 60 лет.

Следует иметь в виду, что опосредованные потери здоровья относятся к расширенной когорте населения административных районов, часть территорий которых оказалась в зоне радиационного воздействия. Общая численность населения этих районов составляет 15 232 чел. Однако социально-экономические последствия чрезвычайной ситуации распространяются на всё население этих районов.

Результаты сопоставления общей повышенной смертности и летальных последствий от облучения позволяют сделать вывод о преобладающей роли опосредованных последствий радиационной аварийной ситуации по отношению к потере здоровья населением. Это соотношение оказывается еще более значимым при учете ущерба, обусловленного повышенной заболеваемостью.

Ежегодный фактический ущерб от повышенной смертности населения на пострадавших территориях составил 6,6 млрд р. в ценах 2003 г., в том числе от детской смертности – 92,5 млн р. Суммарный экономический ущерб от повышенной смертности за рассматриваемый период составил 330 млрд р. в ценах 2003 г. Из этой суммы 300 млн р. обусловлено стохастическими эффектами от облучения.

Структура экономического ущерба, обусловленного повышенной смертностью населения на загрязненных территориях Курганской области, приведена в табл. 35 и на рис. 22.

Таблица 35

**Экономический ежегодный ущерб
от повышенной смертности населения, млн р. в ценах 2003 г.**

Статья ущерба	Размер ущерба
Общий ущерб от повышенной смертности	6 643,7
В том числе для когорты облученного населения	723,0
Из них от стохастических эффектов	300,0

Доля общего ущерба, приходящаяся на когорту облученного населения, оценена по соотношению общей численности насе-

ления пострадавших районов и облученных жителей. Точные расчеты провести трудно, так как невозможно выделить облученное население из общей части жителей, проживающих в одинаковых условиях на радиоактивно загрязненных территориях.

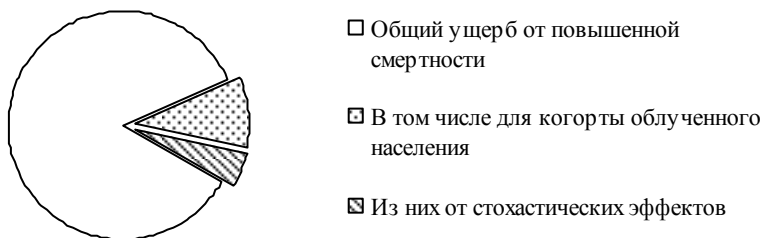


Рис. 22. Экономический ежегодный ущерб от повышенной смертности населения

Переход к современной модели устойчивого экономического роста радиоактивно загрязненных территорий Курганской области может определяться как временными факторами, так и возможными вариантами сценарных условий развития. Осуществляемая в стране экономическая реформа предъявляет новые требования ко всем стадиям и аспектам управления экономикой, в том числе к обоснованию стратегии развития. При этом значительно возрастает роль региональных исследований.

На фоне общего кризиса в стране радиоактивно загрязненные территории поставлены в особо сложное социально-экономическое положение. С одной стороны, экономика этих территорий – часть экономики страны и, естественно, как и экономика всей страны, должна перестраиваться, переходить на рыночные отношения. С другой стороны, на них должны осуществляться специальные мероприятия по оздоровлению окружающей природной среды, медицинской и социальной защите населения, требующие централизованного государственного вмешательства.

На территориях, пострадавших вследствие аварий на ПО «Маяк», существуют особенности социального разделения, характерные только для этих территорий и обусловленные двумя главными причинами: во-первых, спецификой радиоактивного

загрязнения территорий Урала; во-вторых, ориентацией российского законодательства по социальной защите пострадавшего от радиационного воздействия населения почти исключительно на условия и последствия Чернобыльской катастрофы.

Оценка и анализ социально-психологического состояния населения, проживающего на пострадавших территориях, позволят управлять социальными процессами на этих территориях с точки зрения проведения грамотной социальной политики и политики радиационной реабилитации.

Главной целью обеспечения социально-экономического развития этих территорий является создание многосекторной социально ориентированной рыночной экономики, обеспечивающей переход к новым стандартам качества жизни и среды обитания проживающих на радиоактивно загрязненных территориях.

Главной задачей развития является формирование материальной, научно-технологической, финансово-экономической и социальной базы, позволяющей осуществить устойчивый рост и обеспечить рациональное размещение производительных сил на загрязненных территориях.

Основу стратегии составит ориентация в основном на собственный совокупный ресурсный потенциал: производственный, научно-технический, трудовой, природный, внутренние источники накопления, позволяющие закрепить стартовые условия необходимого экономического роста и выйти на модель устойчивого развития на условиях государственной поддержки и стимулирования рыночных механизмов применительно к особым условиям пострадавших территорий¹.

¹ В работе представлены оценки и инструменты расчета аварийного загрязнения основных элементов экосистемы на примере конкретного региона, подвергнувшегося радиоактивному аварийному загрязнению (прил. 2–5).

Глава 5

Оценка мер по решению социально-экономико-экологических проблем в зонах чрезвычайной экологической ситуации (организационно-экономические аспекты)

В работе на примере частично реализованной программы оздоровления окружающей среды и населения старопромышленного города дана оценка дополнительных мероприятий по решению проблемы с ориентировочной оценкой затрат в разрезе зоны чрезвычайной экологической ситуации.

5.1. Оценка риска и дополнительных затрат для снижения потерь при экологических авариях и экстремальном загрязнении воздуха и воды в зоне чрезвычайной экологической ситуации

Оценка проведена с целью обоснования в последующем системы мер по экологическому страхованию. В связи с этим в алгоритме обоснования мероприятий по возможному предупреждению и снижению последствий предпринята попытка оценивать экологический риск, в частности аварийный, – количественную характеристику экологической опасности, учитывающую последствия ее реализации, с определенной частотой (вероятностью) экономического ущерба реципиентам, вызванного аварийным негативным воздействием на окружающую среду¹.

¹ Аварийный экологический риск – это количественная характеристика экологической опасности, учитывающая последствия ее реализации.

Систематический экологический риск – это количественная характеристика экологической опасности, учитывающая последствия ее реализации, в виде причиняемого с определенной частотой (вероятностью) экономического ущерба реципиентам, вызванного систематическим негативным воздействием на окружающую среду.

Экологический риск невозможно свести к нулю, поскольку он обусловлен технологическими, человеческими и природными факторами. То обстоятельство, что риск может быть только приемлемым, но не нулевым, и порождает заинтересованность потенциальных его причинителей в инструментах, позволяющих компенсировать величину экономического ущерба, а главное – предотвратить или уменьшить его объем.

Страховщик, прежде чем принять на ответственность экологические риски, должен провести предстраховую экологическую оценку объекта страхования.

Предстраховая экологическая оценка объекта страхования – это предпринимательская деятельность по сбору и оценке информации о состоянии технологического и природоохранного оборудования у потенциального страхователя с целью определения его экологической опасности. Процесс оценки включает в себя три стадии: а) оценку аварийности объекта страхования; б) оценку величины экономического ущерба от загрязнения окружающей среды в случае аварии на объекте страхования; в) оценку экологического риска функционирования объекта страхования.

На первой стадии предстраховой экологической оценки аварийность объекта страхования оценивается по объему аварийного выброса/сброса вредных веществ в окружающую среду.

Аварийным выбросом/сбросом вредных веществ в окружающую среду считается внезапное непреднамеренное антропогенное воздействие на атмосферный воздух и водные объекты, состоящее в выбросе в атмосферу или сбросе вредных веществ в воду, объем которых превышает для данной территории и времени нормативы допустимых физических воздействий.

Нормативы допустимых физических воздействий устанавливаются в соответствии с уровнями допустимого воздействия физических факторов на окружающую среду, при соблю-

дении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды.

Для целей настоящего издания аварийное атмосферное и водное загрязнение будем трактовать как случай, при котором масса аварийного поступления вредного вещества в компонент природной среды больше объема предельно допустимого. Тогда о наступлении такого случая можно говорить, если: а) произошел единовременный выброс/сброс вредного вещества, превышающий предельно допустимый объем; б) единовременный выброс/сброс не произошел, но в течение анализируемого периода суммарное количество выбросов/сбросов вредного вещества превысило более чем в 1,1–1,3 раза предельно допустимый объем в зависимости от его относительной агрессивности.

Формально аварийным атмосферным и водным загрязнением признается такое, при котором соблюдается следующее равенство:

$$M_i \geq V_i, \quad (64)$$

где M_i – масса фактического поступления i -го вредного вещества; V_i – предельно допустимый объем i -го вредного вещества.

Исходя из высказанных соображений аварийным выбросом i -го вредного вещества (M_i) в атмосферу считается масса фактического выброса, при котором хотя бы по одному (i -му) вредному веществу выполняется хотя бы один раз хотя бы одно из неравенств:

- 1) m_i (факт-24 часа) $\geq k_i$ ПДВ $_i$ (год);
- 2) m_i (факт-7 суток) $\geq k_i$ ПДВ $_i$ (год);
- 3) m_i (факт-30 суток) $\geq k_i$ ПДВ $_i$ (год),

где m_i (факт-24 часа) – фактическая масса выброса i -го вредного вещества за любые 24 последовательных часа, т; k_i – кратность превышения значения предельно допустимого выброса i -го вредного вещества за год (значения коэффициента k_i приведены в табл. 1.1 прил. 1); ПДВ $_i$ (год) – значение предельно допустимого выброса i -го вредного вещества за год, Т; m_i (факт-7 суток) – фактическая масса выброса i -го вредного вещества за любые 7 последо-

вательных суток, т; m_i (факт-30 суток) – фактическая масса выброса i -го вредного вещества за любые 30 последовательных суток, т.

При отсутствии данных о фактической массе выброса i -го вредного вещества за любые 24 последовательных часа, за 7 и 30 последовательных суток аварийным выбросом i -го вредного вещества в атмосферу считается масса фактического выброса, при котором выполняется неравенство:

$$4) m_i \text{ (факт-год)} \geq k_i \text{ ПДВ}_i \text{ (год)},$$

где m_i (факт-год) – фактическая масса выброса i -го вредного вещества за год, т.

Аварийным сбросом i -го вредного вещества (W_i) в водные объекты считается масса фактического сброса, при котором хотя бы по одному (i -му) вредному веществу выполняется хотя бы один раз хотя бы одно из неравенств:

$$1) w_i \text{ (факт-24 часа)} \geq r_i \text{ ПДС}_i \text{ (год)};$$

$$2) w_i \text{ (факт-7 суток)} \geq r_i \text{ ПДС}_i \text{ (год)};$$

$$3) w_i \text{ (факт-30 суток)} \geq r_i \text{ ПДС}_i \text{ (год)},$$

где w_i (факт-24 часа) – фактическая масса сброса i -го вредного вещества за любые 24 последовательных часа, т; r_i – кратность превышения значения предельно допустимого сброса i -го вредного вещества за год (значения коэффициента r_i даны в табл. 1.1 прил. 2); ПДС $_i$ (год) – значение предельно допустимого сброса i -го вредного вещества за год, т; w_i (факт-7 суток) – фактическая масса сброса i -го вредного вещества за любые 7 последовательных суток, т; w_i (факт-30 суток) – фактическая масса сброса i -го вредного вещества за любые 30 последовательных суток, т.

При отсутствии данных о фактической массе сброса i -го вредного вещества за любые 24 последовательных часа, за 7 и 30 последовательных суток аварийным сбросом i -го вредного вещества в атмосферу считается масса фактического сброса, при котором выполняется неравенство:

$$4) w_i \text{ (факт-год)} \geq r_i \text{ ПДС}_i \text{ (год)},$$

где w_i (факт-год) – фактическая масса сброса i -го вредного вещества за год, т.

На второй стадии предстраховой экологической оценки объекта страхования определяется величина экономического ущерба от загрязнения окружающей среды в случае аварии на этом объекте.

Оценка экономического ущерба от аварийного загрязнения атмосферного воздуха исчисляется для двух разных случаев аварийного выброса вредных веществ:

а) для случая, когда масса аварийного выброса i -го вредного вещества (M_i) в атмосферу больше или равна значению предельно допустимого выброса i -го вредного вещества (ПДВ $_i$) за год, по формуле

$$Y_A = \gamma f \sum_{j=1}^J \delta_j \times \beta_j \sum_{i=1}^I M_i a_i \text{ при } M_i \geq \text{ПДВ}_i, \quad (65)$$

где Y_A – величина экономического ущерба, причиняемого реципиентам в результате аварийного загрязнения атмосферы, р.;

б) для случая, когда масса годового фактического поступления i -го вредного вещества (m_i) в атмосферу за вычетом объема аварийных выбросов больше или равна кратному значению предельно допустимого выброса (ПДВ $_i$) за год, по формуле

$$Y_A = \gamma f \sum_{j=1}^J \delta_j \times \beta_j \sum_{i=1}^I \left[a_i \times \left(m_i - k_i \text{ПДВ}_i - \sum_{i=1}^I M_i \right) \right] \quad (66)$$

при $\left(m_i - \sum_{i=1}^I M_i \right) \geq k_i \text{ПДВ}_i,$

где k_i – кратность превышения значения предельно допустимого выброса i -го вредного вещества за год.

Оценка экономического ущерба от аварийного загрязнения водных объектов исчисляется для двух разных случаев аварийного сброса вредных веществ:

а) для случая, когда масса аварийного сброса i -го вредного вещества (W_i) в водные объекты больше или равна значению

предельно допустимого сброса i -го вредного вещества (ПДС $_i$) за год, по формуле

$$Y_B = \alpha \sum_{i=1}^I A_i \times b_i \times W_i \text{ при } W_i \geq \text{ПДВ}_i, \quad (67)$$

где Y_B – величина экономического ущерба, причиняемого реципиентам в результате аварийного загрязнения водных объектов, р.;

б) для случая, когда масса годового фактического поступления i -го вредного вещества (m_i) в водный объект в течение года за вычетом объема аварийного сброса больше или равна кратному объему предельно допустимого выброса (ПДС $_i$) за год, по формуле

$$Y_B = \alpha \sum_{i=1}^I \left[A_i \times b_i \times \left(w_i - r_i \times \text{ПДС}_i - \sum_{n=1}^N W_i \right) \right] \quad (68)$$

при $\left(w_i - \sum_{n=1}^N W_i \right) \geq r_i \text{ПДВ}_i,$

где r_i – кратность превышения значения предельно допустимого сброса i -го вредного вещества за год.

Методология пореципиентной оценки экономического ущерба от кратного превышения нормативов допустимых физических воздействий на окружающую среду лежит в основе разработки инструментария определения экономического ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды при размещении отходов, с которыми можно ознакомиться в прил. 4.

На третьей стадии предстраховой экологической оценки объекта страхования проводится расчет величины экологического риска его функционирования.

Экологический риск, как сказано выше, характеризует экологическую опасность, последствиями реализации которой является причинение с определенной вероятностью экономического ущерба реципиентам.

В общем виде оценка экологического риска R проводится для разных сценариев загрязнения окружающей среды по формуле

$$R = \sum_{i,j} (P, Y)_{i,j}, \quad (69)$$

где P – вероятность причинения экономического ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды; Y – величина экономического ущерба; i – индекс, относящийся к процессу и последствиям загрязнения; j – индекс, относящийся к рассматриваемому сценарию загрязнения.

Например, аварийное загрязнение атмосферного воздуха описывается следующими сценариями (прил. 1):

(А) – аварийное загрязнение атмосферного воздуха организованными выбросами от стационарных источников;

(Б) – аварийное загрязнение атмосферного воздуха неорганизованными выбросами от стационарных источников;

(В) – аварийное загрязнение атмосферного воздуха передвижными источниками.

По первому (А) и второму (Б) сценариям ситуация может развиваться в двух направлениях: (1) отсутствие аварии и (2) наличие аварии.

По каждому (за исключением В) сценарию аварийное загрязнение воздуха происходит в результате (а) аварийного загрязнения окружающей среды, характеризующегося аварийным экологическим риском, и (б) систематического загрязнения окружающей среды, характеризующегося систематическим экологическим риском.

По третьему сценарию (В) аварийное загрязнение атмосферного воздуха может происходить только в результате (а) аварийного загрязнения окружающей среды.

Сценарии аварийного загрязнения водных объектов и загрязнения окружающей среды при размещении отходов описаны в прил. 2 и 4 соответственно.

Второй параметр оценки экологического риска – вероятность причинения экономического ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды по различным сценариям – рассчитывается на основе анализа влияния на нее различных факторов.

Формула для определения этого параметра выглядит следующим образом:

$$p_l = \frac{\sum_{\tau} \beta_{\tau l} \times \varphi_{\tau l}}{\sum_{\tau} \beta_{\tau} \times \varphi_{\tau \max}} \leq 1, \quad (70)$$

где $\beta_{\tau l}$ – степень влияния фактора τ на вероятность причинения экономического ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды при l -м сценарии, безразмерный; β_{τ} – степень влияния фактора τ на вероятность причинения экономического ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды, безразмерный; $\varphi_{\tau l}$ – индивидуальный балл влияния фактора τ на вероятность причинения экономического ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды при l -м сценарии, безразмерный; $\varphi_{\tau \max}$ – максимально возможное значение индивидуального балла влияния фактора τ на вероятность причинения экономического ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды при любом сценарии, безразмерный.

Расчетный инструментарий оценки вероятности причинения экономического ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды по разным сценариям для различных природных компонентов окружающей среды приводится в прил. 1, 2 и 4, а пример оценки экологического риска при обращении с твердыми бытовыми отходами по различным сценариям загрязнения окружающей среды описан в разд. VII прил. 4.

При аварийном загрязнении опасность находящихся на объекте размещения отходов многократно превышает воздействие вредных химических соединений на реципиентов, поступивших в окружающую среду в объемах, которые меньше предельно допустимых норм.

В связи с этим модифицированная формула расчета величины экономического ущерба от аварийного загрязнения атмосферы при размещении отходов выглядит следующим образом:

$$Y_A = \gamma \sum_{j=1}^J \tau_{j(\text{код})} \times \sum_{i=1}^I M_i a_i, \quad (71)$$

где $\tau_{j(\text{код})}$ – коэффициент относительной опасности j -го вида (кода) отходов, безразмерный.

Формула для расчета величины экономического ущерба от аварийного загрязнения атмосферы при размещении отходов j -го вида (кода) записывается так:

$$Y_{Aj} = \gamma \tau_{i(\text{код})} \sum_{i=1}^I M_{ij} a_i \text{ при } j = \overline{1, J}. \quad (72)$$

Тогда

$$Y_A = \sum_{j=1}^J Y_{Aj} \text{ при } \sum_{j=1}^J M_{ij} = M_i, \quad (73)$$

где M_{ij} – масса аварийного поступления i -го вредного вещества в атмосферу от j -го вида (кода) отходов, т.

Отношение Y_A / Y_{Aj} для $j = \overline{1, J}$ определяет относительную экономическую оценку экологической опасности для атмосферы j -го вида (кода) отходов и характеризует ранжирование разных видов отходов в соответствии с их относительной экономической оценкой экологической опасности для атмосферы.

Модифицированная формула расчета величины экономического ущерба от аварийного загрязнения водных объектов при размещении отходов выглядит следующим образом:

$$Y_B = \alpha \sum_{j=1}^J \tau_{j(\text{код})} \times \sum_{i=1}^I W_i A_i. \quad (74)$$

Формула для расчета величины экономического ущерба от аварийного загрязнения водных объектов при размещении отходов j -го вида (кода) записывается так:

$$Y_{Bj} = \gamma \tau_{i(\text{код})} \sum_{j=1}^J W_{ij} A_i. \quad (75)$$

Тогда

$$Y_B = \sum_{j=1}^J Y_{Bj} \text{ при } \sum_{j=1}^J W_{ij} = W_i, \quad (76)$$

где W_{ij} – масса аварийного поступления i -го вредного вещества в водные объекты от j -го вида (кода) отходов, т.

Отношение Y_B/Y_{Bj} для $j = \overline{1, J}$ определяет относительную экономическую оценку экологической опасности для водных объектов j -го вида (кода) отходов и характеризует ранжирование разных видов отходов в соответствии с их относительной экономической оценкой экологической опасности для водных объектов.

Анализ современного состояния платы за услуги по размещению отходов показывает следующее: доля экологической составляющей в тарифе этой платы не только не соответствует объему причиняемого реципиентам экологического ущерба, но и не позволяет полноценно финансировать мероприятия по обеспечению экологической безопасности объектов размещения отходов.

На уровне макроэкономических взаимодействий решается проблема эколого-экономической оценки обращения с отходами и институционально-расчетное обеспечение современных эколого-экономических инструментов обращения с отходами.

Оценка экономического ущерба от загрязнения окружающей среды при размещении отходов создает потребность в современных инструментах его снижения и компенсации пострадавшим. Так, экологическая составляющая в плате за услуги по размещению отходов поступает собственнику объекта размещения отходов и выпадает из-под действия бюджетного законодательства, консолидирующего сборы этого вида в бюджеты различного уровня. Создаются все условия для того, чтобы направлять эти средства по рекомендации местных органов власти на реализацию различных эколого-экономических инструментов обращения с отходами. Если в качестве такого инструментария внедряется экологическое страхование, то возможность административного давления на собственника объекта размещения от-

ходов объясняется особенностью его статуса как страхователя. Эта особенность заключается в непосредственной взаимосвязи экологического страхования и системы лицензирования и надзора. Объекты размещения отходов должны соответствовать определенным требованиям, включая наличие надлежащего страхового или иного покрытия возможных убытков реципиентов.

Данное требование является основным условием эколого-экономического управления отходами, обеспечивающим реализацию инструментария платы за негативное воздействие на окружающую среду и экономического стимулирования деятельности в области обращения с отходами.

5.2. Особенности регулирования природопользования и его эффективность в зоне чрезвычайной экологической ситуации (на примере старопромышленного города)

В основе принятия экономико-социальной стратегии развития зоны чрезвычайной экологической ситуации лежит оценка воздействия на состояние окружающей среды, которая обеспечивает выработку наиболее эффективной системы регулирования рационального природопользования, включая охрану природы [58].

Система регулирования процесса природопользования и охраны окружающей природной среды на территории зоны чрезвычайной экологической ситуации основывается на действии общих законодательных документов Российской Федерации, регламентирующих охрану и рациональное использование природных ресурсов, а также на основе законодательно утвержденного статуса зоны чрезвычайной экологической ситуации. В соответствии со статусом зоны чрезвычайной экологической ситуации администрация города в границах своей сферы действия вводит местные рычаги экологического регулирования хозяйственной деятельности на базе наилучшей достигнутой технологии (НДТ) (прил. 6).

В систему местных инструментов экологического регулирования дополнительно включаются:

- непосредственное осуществление администрацией города комплексных мер природоохранного характера (организация

и финансирование мер по реализации экологической политики; подготовка кадров специалистов; информационное обеспечение экологической политики, включая мониторинг; выполнение обязательств в рамках международных, общереспубликанских и межрегиональных программ сотрудничества и т. д.);

- меры экономического стимулирования и поддержка природоохранной деятельности природопользователей (режим ускоренного списания амортизации основных фондов, материальное поощрение, льготное налогообложение, кредитование на льготных условиях мероприятий по охране природных ресурсов и ресурсосбережению и т. д.);

- меры, направленные на принуждение природопользователей к организации хозяйственной деятельности на основе охраны и рационального использования природных ресурсов зоны чрезвычайной экологической ситуации (нормативное регулирование природопользования, платежи за использование природных ресурсов и загрязнение окружающей среды, компенсационные платежи, экономическая ответственность за нарушение условий природопользования и т. д.).

Администрация города принимает меры по изменению ставок платы, утвержденных правительством. Изменение производится в соответствии с экологической обстановкой в зоне чрезвычайной экологической ситуации и стратегией ее эколого-экономического развития.

Система первоочередных мер местного уровня по экономическому стимулированию и поддержке природоохранной и ресурсосберегающей деятельности природопользователей включает в себя:

- изменение оценки хозяйственной деятельности природопользователей путем введения комплекса эколого-экономических показателей в общую систему оценки их деятельности;

- режим ускоренной амортизации основных фондов;

- экологическое налогообложение;

- банковское кредитование природоохранных и ресурсосберегающих мероприятий на льготных условиях;

- введение показателя оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) в качестве одного из условий кредитования банками подготовки и реализации проектных решений развития хо-

зяйственной деятельности в зоне чрезвычайной экологической ситуации;

- материальное поощрение работников предприятий и организаций, достигших значительных результатов в охране и рациональном использовании природных ресурсов.

Экологическое налогообложение включает в себя систему налогов с доходов предприятий, действующую на основе законодательства Российской Федерации. Администрация города имеет право по согласованию с Правительством РФ устанавливать льготы по налогообложению дохода предприятий и организаций, зарегистрированных на территории зоны чрезвычайной экологической ситуации при условии:

- достижения ими конечных результатов в природоохранной деятельности;

- соответствующего удельного вклада предприятий в улучшение экологического состояния зоны чрезвычайной экологической ситуации.

Предприятиям и организациям устанавливаются (помимо перечисленных в действующем законодательстве) льготы по налогообложению дохода, предусматривающие общее уменьшение базы налогообложения на сумму:

- затрат на проведение мероприятий по улучшению здоровья населения и состояния окружающей природной среды;

- дохода, реинвестируемого в развитие социальной и инженерной инфраструктуры зоны чрезвычайной экологической ситуации, в строительство жилья, в развитие производства «экологически чистых» продуктов;

- затрат на организацию государственной экологической экспертизы, на создание системы непрерывного контроля и наблюдения за загрязнением и состоянием объектов природной среды;

- дохода, полученного от реализации природоохранного оборудования и технологий, «экологически чистых» продуктов, а также строительных материалов и всех видов оборудования для жилищно-гражданского строительства предприятиями и организациями, их филиалами и представительствами, находящимися на территории зоны чрезвычайной экологической ситуации;

- дохода, используемого на погашение кредитов, предоставленных для финансирования природоохранных и природовосстановительных программ;

- затрат, связанных с проведением природоохранных мероприятий, осуществляемых за счет прибыли, собственных средств предприятий;

- затрат, осуществляемых за счет доходов, оставшихся в распоряжении предприятия (кроме капитальных вложений) на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, направленных на создание ресурсосберегающих, безотходных технологий, способных оказать положительное воздействие на состояние окружающей среды;

- дохода, остающегося в распоряжении предприятия, который сверх платы за загрязнение должен направляться в различные фонды для решения природоохранных задач;

- дохода предприятия, полученного от осуществления работ по проектированию и строительству (реконструкции) природоохранных объектов при условии, что перечисленные работы обеспечили предприятию возможность достижения приемлемых уровней загрязнения окружающей природной среды;

- дохода, полученного от производства природоохранного оборудования;

- дохода, полученного от реализации извлеченных ценных компонентов перерабатываемых отходов;

- дохода, используемого на погашение кредитов, предоставленных на реализацию проектов по переходу на новые технологии переработки отходов;

- дохода, проходящего в качестве износа основного капитала.

В целях стимулирования внедрения научно-технического прогресса в сферу природопользования на территории зоны чрезвычайной экологической ситуации вводится режим ускоренного списания амортизации, установленный с 1 января 1992 г. соответствующим законодательным актом РФ.

Администрация города утверждает Положение о режиме ускоренной амортизации основных фондов, в соответствии с которым предприятия и организации, зарегистрированные на тер-

ритории зоны чрезвычайной экологической ситуации, получают право:

- сокращать нормативные сроки службы активной части основных фондов по сравнению с принятыми на территории Российской Федерации сроками, но не более чем в два раза;
- списывать в фонд амортизации в первый год эксплуатации 100% стоимости природоохранного оборудования и приборов, всех видов оборудования, используемого в научных целях;
- применять правило дополнительного списания стоимости очистных сооружений, медицинского оборудования в форме установленных процентов инвестиционной премии, т. е. правило освобождения той части прибыли, которая равна установленным процентам капитальных вложений (независимо от их источника) в перечисленные виды сооружений и оборудования.

Конкретный механизм ввода режима амортизации основных фондов, нормы и условия регламентируются соответствующими документами администрации города.

Ставки подоходного налога рекомендуется уменьшить:

- на часть облагаемого дохода, который получен за счет роста объема производства (а не повышения цен), достигнутого в результате вовлечения вторичных ресурсов и отходов производства, изыскания других резервов, если увеличение объема производства не приводит к ухудшению состояния окружающей среды, первоначальное загрязнение которой находится на уровне не выше разрешенного;
- на часть дохода для предприятий, расположенных в районах действия международных соглашений и конвенций по улучшению экологической обстановки при условии выполнения всех пунктов этих соглашений и конвенций, относящихся к данному предприятию;
- на часть дохода для предприятий, которые в течение последних трех лет не превышают предельно допустимых загрязнений природной среды;
- на часть дохода для предприятий, которые в течение последних трех лет производят «экологически чистую» продукцию.

Налоговый кредит действителен для предприятий, которые приобретают природоохранное оборудование за счет средств доходов, остающихся в распоряжении предприятия. Налоговая

сумма уменьшается с учетом устанавливаемых коэффициентов экологической значимости и экологической ситуации.

Льготное ценообразование. Предприятиям по переработке отходов предоставляется право реализовывать свою продукцию по самостоятельно устанавливаемым ценам.

Цены на продукцию из переработанных отходов определяются не ниже уровня действующих цен на заменяемое полноценное сырье (материалы) с учетом потребительских свойств веществ и затрат, необходимых для подготовки их к использованию. Предприятиям по переработке промышленных и бытовых отходов разрешается устанавливать поощрительную надбавку к договорной цене на продукцию в том случае, когда экономический эффект от производства данной продукции в расчете на ее единицу больше, чем рассчитанная составная цена.

Банкам, финансирующим экологические программы, предоставляются дополнительные, помимо перечисленных в соответствующем законодательном акте, льготы.

Облагаемый доход дополнительно уменьшается на сумму:

- дохода, полученного от кредитования клиентов – физических и юридических лиц, место нахождения которых – город, при условии соответствия их деятельности требованиям зоны чрезвычайной экологической ситуации;
- дохода, полученного от других активных операций (с указанными выше клиентами), отнесенных законодательством РФ к банковским;
- целевого финансирования банками затрат на реализацию общепанковских программ по развитию материально-технического, информационного, кадрового, природоохранного и иных видов обеспечения банковского дела в зоне чрезвычайной экологической ситуации.

Мероприятия по реализации экологической политики в зоне чрезвычайной экологической ситуации финансируются из средств республиканского и местного бюджетов, республиканского, областного, городского экологических фондов, средств общественных организаций, банков, расположенных на территории зоны чрезвычайной экологической ситуации, а также прочих средств.

Городской экологический фонд аккумулирует:

- суммы платежей за загрязнение природной среды, включая штрафы и иски;
- суммы платежей за природные ресурсы;
- средства от реализации конфискованных орудий охоты и рыболовства, незаконно добытой с их помощью продукции;
- средства, полученные в виде дивидендов, процентов по вкладам, банковским депозитам от долевого использования собственных средств фонда в деятельности предприятий и иных юридических лиц;
- инвалютные поступления от иностранных юридических лиц и граждан;
- целевые госбюджетные поступления в зону чрезвычайной экологической ситуации.

Программы, финансируемые городским экологическим фондом, посредством всякого рода законной деятельности полностью освобождаются от уплаты всех налогов при условии выполнения настоящего Положения.

Городской экологический фонд наделяется правами кредитования мероприятий по охране природы и ресурсосбережению. Это право касается установленной части средств экологического фонда, остальная часть расходуется на безвозвратных условиях. Процесс и условия выдачи средств экологического фонда регламентируются на основании Положения о городском экологическом фонде.

Существенным элементом восполнения городского бюджета и использования его части при реализации Программы являются дифференциация городских земель с учетом их градостроительной ценности, аудит и ревизия занятых земель, возможность увеличения размера платы за землю.

Другим не менее важным направлением следует считать необходимость усиления функций администрации города в регулировании внешнеэкономической деятельности, осуществляемой предприятиями города. В связи с этим рекомендуется усиление следующих функций администрации:

- содействие в изменении внешнеэкономической деятельности (ВЭД) производителей продукции с целью повышения устойчивости ВЭД;

- использование экспортного потенциала города для целей модернизации технологии и их экологизации;
- содействие в повышении качества экспортной продукции и поиске рынков ее сбыта;
- привлечение инвестиций в развитие территориально-производственного комплекса города и в реализацию целевой комплексной программы оздоровления окружающей среды;
- привлечение научного, хозяйственного, технического, технологического потенциалов зарубежья (ближнего и дальнего) для решения проблем переработки и утилизации отходов.

Реализация перечисленных функций требует уточнения, конкретизации форм проявления ВЭД со стороны города, его предприятий, поскольку ресурсный потенциал города достаточно высок и процесс ВЭД объективно развивается. Среди многих возможных форм к разряду приоритетных необходимо отнести следующие:

- прямые иностранные инвестиции, поскольку они имеют ряд существенных преимуществ перед займами и кредитом (являются источником капитала для развития производства товаров и услуг, технологий, ноу-хау, маркетинга и достижения передовых методов управления; не требуют погашения и не так обременительны, как внешний долг; наиболее эффективны в смысле «вхождения» в экономику инвесторов ввиду большого разнообразия и больших возможностей научной, технической, производственной кооперации);
- использование преимуществ «свободной экономической зоны» и распространения ее на весь территориально-производственный комплекс города;
- выработка и поддержание особого режима участия инвесторов в процессе приватизации на основе формирования стабильного хозяйственного законодательства;
- создание механизма защиты, страхования, гарантий интересов инвесторов.

В качестве основной меры дополнительных мероприятий (затрат) на решение экологических проблем в зоне чрезвычайной экологической ситуации (ЧЭС) можно привести пример создания финансово-инвестиционного фонда, основное содержание которого представляется на примере Нижнего Тагила [57].

Положение

о создании финансово-инвестиционного фонда администрации города Нижний Тагил для реализации Федеральной программы по оздоровлению окружающей среды и населения города Нижний Тагил Свердловской области на период до 2000 г.

1. Общие положения

1.1. Финансово-инвестиционный фонд для реализации целевой программы образован на основании постановления Правительства Российской Федерации от 06.05.1995 № 452 «О Федеральной целевой программе по оздоровлению окружающей среды и населения города Нижний Тагил Свердловской области на период до 2000 г.», Закона РСФСР «Об охране окружающей природной среды» от 19.12.1991 г. № 2060-1 с целью концентрации средств для решения неотложных природоохранных задач, восстановления потерь в окружающей природной среде, компенсации причиненного вреда.

1.2. Финансово-инвестиционный фонд города Нижний Тагил является самостоятельным внебюджетным фондом администрации города Нижний Тагил.

1.3. Деятельность финансово-инвестиционного фонда не может дублировать права и функции городского экологического фонда.

2. Основные задачи и функции финансово-инвестиционного фонда

2.1. Основными задачами финансово-инвестиционного фонда являются:

2.1.1. Мобилизация средств на осуществление природоохранных мероприятий и программ.

2.1.2. Финансирование и кредитование мероприятий и научно-технических проектов, предусмотренное Программой.

2.1.3. Экологическое стимулирование бережного и эффективного использования природных ресурсов, внедрения экологически чистых технологий, строительство очистных сооружений.

2.1.4. Обеспечение экологической безопасности и реабилитация населения города.

2.1.5. Содействие в развитии и осуществлении международного сотрудничества в области охраны окружающей среды.

2.2. Для обеспечения выполнения возложенных на него задач финансово-инвестиционный фонд в установленном порядке:

2.2.1. Обеспечивает полное и своевременное поступление всех предусмотренных доходных источников.

2.2.2. Определяет приоритетность мероприятий и направления средств фонда.

2.2.3. Рассматривает возможность замены причитающихся платежей продукцией (работами, услугами).

2.2.4. Осуществляет кредитные операции, выступает гарантом и размещает средства на депозитах в банковских учреждениях.

2.2.5. Организует и проводит аукционы, благотворительные акты.

2.2.6. Осуществляет иную деятельность, не противоречащую действующему законодательству и настоящему Положению.

3. Источники и порядок формирования финансово-инвестиционного фонда

3.1. Средства финансово-инвестиционного фонда формируются за счет:

- сборов в размере 1,5% от объема реализуемой продукции (работ, услуг) предприятий и организаций города Нижний Тагил с отнесением их в 1995–2000 гг. в состав затрат по производству и реализации продукции (работ, услуг) данных предприятий;

- средств республиканского бюджета Российской Федерации, предусматриваемых на осуществление природоохранных мероприятий в городе Нижний Тагил в рамках государственных инвестиционных программ;

- средств бюджетов Свердловской области и города Нижний Тагил в размерах, ежегодно определяемых при утверждении соответствующих бюджетов;

- доходов от размещения и хранения денежных средств на счетах банков и иных кредитных учреждений;

- средств от операций с муниципальным золотым запасом, формируемым в соответствии с п. 4 постановления Правительства РФ от 05.02.1993 № 96;

- доходов от финансово-кредитных операций;

- отчислений в размере 20% от страховых взносов по договорам добровольного страхования имущества предприятий, кол-

лективного страхования работников от несчастного случая, страхования экологических рисков с отнесением затрат по уплате страховых взносов на себестоимость продукции (работ, услуг) в размере 1% от объема реализуемой продукции (работ, услуг);

- валютных поступлений от иностранных физических и юридических лиц, а также международных организаций;

- иных источников денежных средств, формирование которых не противоречит действующему законодательству.

3.2. Перечисление средств в финансово-инвестиционный фонд производится в следующем порядке:

3.2.1. Сбор в размере 1,5% от объема реализуемой продукции (работ, услуг) вносится плательщиками ежемесячно 20 числа месяца, следующего за отчетным, с предоставлением заказчику Программы расчета 1 раз в квартал в срок предоставления квартального баланса. При несвоевременном внесении причитающегося сбора взимается пеня в размере 0,7% от невнесенной суммы за каждый день просрочки.

3.2.2. Средства федерального, областного и местного бюджета перечисляются в сроки, предусмотренные при утверждении бюджетов соответствующих уровней.

4. Использование средств фонда

4.1. Средства фонда используются на:

- финансирование строительства, реконструкцию природоохранных объектов, предусмотренных программой;

- научно-технические исследования, разработки, внедрение ресурсосберегающих и экологически чистых технологий;

- финансирование создания автоматизированной системы мониторинга среды обитания населения и здоровья населения;

- осуществление мер по воспроизводству природных ресурсов, понесших ущерб в результате загрязнения природной среды;

- осуществление мероприятий по профилактике заболеваний и охране здоровья населения;

- выплату в установленном порядке компенсационных сумм гражданам и возмещение вреда, причиненного их здоровью загрязнением и иными неблагоприятными воздействиями на окружающую природную среду, на переселение жителей из санитарно-защитных зон промышленных предприятий;

- развитие экологического воспитания и образования;

- кредитование природоохранных мероприятий, осуществляемых предприятиями, учреждениями, организациями;
- проведение муниципальных займов с целью дополнительного привлечения средств на реализацию программы.

4.2. Расходование средств финансово-инвестиционного фонда осуществляется в соответствии с ежегодно утверждаемой сметой фонда при наличии соответствующих договоров. Средства финансово-инвестиционного фонда не могут быть использованы на цели, противоречащие данному положению.

4.3. Неиспользованные в текущем году средства финансово-инвестиционного фонда изъятию не подлежат, переходят на следующий финансовый год и расходуются на цели, предусмотренные в настоящем Положении.

5. Контроль за поступлением средств

5.1. Учет поступления средств ведется заказчиком Программы.

5.2. В случаях невнесения плательщиками причитающихся платежей заказчик передает данные о задолженности в Госналогинспекцию для беспорного взыскания.

5.3. Госналогинспекция при проведении плановых проверок соблюдения налогового законодательства в обязательном порядке включает вопрос достоверности перечисления плательщиками сбора в финансово-инвестиционный фонд администрации города с перечислением всех штрафных санкций в доход фонда.

6. Организация деятельности финансово-инвестиционного фонда города

6.1. Руководство деятельностью финансово-инвестиционного фонда города осуществляет глава администрации города по согласованию с Советом фонда.

6.2. Персональный состав Совета финансово-инвестиционного фонда утверждается постановлением главы администрации города. В состав Совета могут входить представители общественных и государственных организаций, учреждений, предприятий, представители городской администрации.

6.3. Работу по формированию финансово-инвестиционного фонда и обеспечению использования его средств в соответствии с утвержденной сметой и их целевым назначением проводит администрация города по согласованию с Советом фонда.

5.3. Управление Целевой комплексной экологической программой в зоне чрезвычайной экологической ситуации

С целью осуществления функций текущего контроля, координации деятельности по реализации заданий программы при отделе экологии администрации города создается рабочая группа, в состав которой входят специалисты по направлениям и блокам Программы. Функциями рабочей группы являются организация научных исследований и проведение НИОКР, экспертиза представляемых проектов, предложений, анализ данных информационного центра, создаваемого в городе.

Организация природоохранной деятельности в условиях зоны чрезвычайной экологической ситуации

На территории зоны чрезвычайной экологической ситуации действуют те же органы, что и в Российской Федерации, но со следующими дополнениями и изменениями.

Администрация города является органом природоохранного и хозяйственного управления зоной чрезвычайной экологической ситуации.

В ведение администрации города переходят все действующие на ее территории природоохранные службы (комитет по охране природы, городской центр санэпиднадзора, лаборатория «Уралгидромета» и др.).

Создается единая природоохранная служба зоны чрезвычайной экологической ситуации со своей структурой, штатом и едиными ведомственным подчинением заместителю главы администрации города по экологии и природопользованию. Единая природоохранная служба функционирует согласно Положению, разработанному актами и распорядительными документами республиканского уровня.

В компетенцию единой природоохранной службы зоны чрезвычайной экологической ситуации входит:

- определение основных направлений деятельности и развития зоны;
- государственная регистрация создаваемых в зоне предприятий с иностранными инвестициями, устрояемых в ней фи-

лиалов и представительств предприятий с иностранными инвестициями и иностранных юридических лиц;

- регистрация участников ВЭД;
- организация государственной экологической экспертизы хозяйственной деятельности предприятия в зоне и выдача разрешений на природопользование (экологических разрешений на хозяйственную деятельность);
- создание благоприятных условий для инвестиций предприятий и организаций в развитие природоохранной сферы;
- определение и ежегодное уточнение перечня предприятий, организаций, загрязняющих природную среду и подлежащих ликвидации или обязательному репрофилированию с целью обеспечения их экологической безопасности;
- установление перечня ингредиентов вредных веществ и номенклатуры отходов для расчета лимитов (предельно допустимых объемов) выбросов/сбросов загрязняющих веществ в природную среду, размещения отходов;
- утверждение единых нормативов допустимых выбросов (сбросов, размещения отходов) загрязняющих веществ по предприятиям, отдельным районам города, территории зоны в целом;
- установление нормативов платы за выбросы загрязняющих веществ в природную среду и за использование природных ресурсов;
- определение размеров штрафов за аварийные выбросы загрязняющих природную среду веществ;
- определение размеров платежей, компенсирующих нанесенный ущерб в результате нарушения природоохранного законодательства и правил, установленных Положением;
- определение лимитов допустимого использования (изъятия) природных ресурсов и установление нормативов платы за их использование в пределах лимитов и сверх них;
- выполнение бюджета экологического фонда;
- предоставление за счет средств экологического фонда субсидий предприятиям, организациям на проведение природоохранных мероприятий;
- принятие решений о пополнении экологического фонда за счет экологических налогов, выпуска облигаций займов, проведения экологических лотерей, получения кредитов, поступления добровольных взносов граждан и организаций, других средств

в соответствии с действующим законодательством, включая плату за пользование природными ресурсами.

Для обеспечения стабильности экологического фонда предприятия, расположенные в зоне чрезвычайной экологической ситуации, ежеквартально в течение первых трех лет формирования зоны перечисляют в данный фонд 10% суммы снижения подоходного налога в связи с применением в зоне льготного порядка налогообложения.

С целью анализа процессов развития зоны единая природоохранная служба устанавливает и получает от предприятий и организаций, находящихся на ее территории, статистическую, бухгалтерскую отчетность, другую периодическую информацию.

Организация и развитие хозяйственной деятельности в городе в условиях чрезвычайной экологической ситуации

На территории города, включая его зеленую зону, действуют находящиеся и зарегистрированные там предприятия любой организационно-правовой формы.

Заключение государственной экологической экспертизы является обязательным условием регистрации предприятий и организаций на территории зоны чрезвычайной экологической ситуации.

В зоне чрезвычайной экологической ситуации прекращается деятельность, отрицательно влияющая на окружающую природную среду, приостанавливается работа предприятий, учреждений, организаций, цехов, агрегатов, оборудования, оказывающих неблагоприятное влияние на здоровье человека, его генетический фонд и окружающую природную среду, ограничиваются отдельные виды природопользования, проводятся оперативные меры по восстановлению и воспроизводству природных ресурсов.

Критерием оценки воздействия деятельности хозяйствующих субъектов на окружающую природную среду и здоровье человека является оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), закрепленная государственной экологической экспертизой.

На территории зоны чрезвычайной экологической ситуации действует экологический регламент работы предприятий и организаций, заключающийся в соблюдении всеми субъектами хозяйственной деятельности требований, включенных в тома ПДВ, ПДС, экологические паспорта предприятий, в целевую комплексную экологическую программу.

С целью экологического регулирования и ориентации всей хозяйственной деятельности осуществляется планирование текущих заданий и контроль за их реализацией, организуется и стимулируется экологическое предпринимательство, корректируются проекты, схемы и другие документы долгосрочного пользования.

На территории зеленой зоны города вводится особый режим хозяйственной деятельности, запрещающий:

- размещение новых предприятий, кроме связанных с переработкой отходов с учетом фоновых загрязнений и геологических условий;
- расширение посевных площадей под выращивание овощей открытого грунта, картофеля, ягодных и плодовых культур;
- сбор лекарственных растений;
- использование водоемов для купания и рыбной ловли.

Предписывается:

- строгий контроль за состоянием всех природных ресурсов, продукцией сельскохозяйственного производства, коллективных садов и огородов;
- ведение сельского хозяйства с учетом данных контроля, в случае необходимости – изменение специализации хозяйств;
- ведение специализированного лесного хозяйства.

В зоне восстановления ландшафтов запрещается:

- новое строительство промышленных предприятий;
- строительство крупных животноводческих комплексов;
- строительство учреждений для отдыха детей, лесных школ, домов для престарелых, больниц;
- размещение районов и зон отдыха, лесопарков, коллективных садов и огородов без проведения экологической экспертизы;
- расширение посевных площадей открытого грунта под выращивание овощей, картофеля и ягодных культур;
- сбор лекарственных растений;
- охота на территории всей зоны.

Предписывается:

- строгий контроль за состоянием всех природных ресурсов, продукцией сельскохозяйственного производства, коллективных садов и огородов;

- ведение сельского хозяйства с учетом данных контроля, в случае необходимости – изменение специализации хозяйств;

- ведение специализированного лесного хозяйства.

В рекреационной зоне запрещается:

- новое строительство промышленных предприятий;
- строительство крупных животноводческих комплексов.

Предписывается:

- строгий контроль за состоянием всех природных ресурсов;

- организация лесопарков, природных парков, районов и зон отдыха, туристических маршрутов;

- ведение лесного хозяйства на уровне требований для категории лесопарковой хозчасти;

- проведение комплекса мероприятий по восстановлению численности и видового состава фауны.

На территории всей зоны чрезвычайной экологической ситуации запрещается строительство и расширение:

- предприятий химической промышленности;

- предприятий микробиологической и биохимической промышленности;

- предприятий по производству пестицидов и фармацевтических средств;

- предприятий черной и цветной металлургии;

- предприятий нефтеперерабатывающей промышленности;

- предприятий горнодобывающей промышленности.

Запрещается размещение:

- установок по сжиганию, химической переработке токсичных отходов и процедур, связанных с их удалением транспортировкой (кроме отходов собственной хозяйственной деятельности);

- химических отходов и отработанного масла на земле и под ее поверхностью;

- новое строительство и расширение действующих производств по превращению посредством химических процессов:

- а) ненасыщенных алифатических углеводородов, включая ароматические;

- б) ненасыщенных циклических углеводородов, включая ароматические;

- производств для переработки асбеста и продуктов, содержащих асбест.

Запрещается сооружение:

- атомной станции или ядерного реактора;
- установки по переработке отработанного ядерного топлива;
- хранилищ радиоактивных отходов;
- предприятий по очистке, промывке и отбеливанию шерсти;
- предприятий красильных и кожевенных производств;
- предприятий по разработке и испытанию новых биологических агентов;
- водных объектов;

Запрещается:

- транспортировка ядерных боеголовок и их хранение;
- хозяйственная и техническая рубка леса.

Научно-информационное обеспечение Целевой комплексной экологической программы

Деятельность по информационному и научному обеспечению Программы предполагается осуществлять путем объединения разрозненных в настоящее время функций подразделений данного направления, имеющихся в городе, и создания единого информационно-аналитического центра.

Основные задачи и функции центра:

- обеспечение процесса реализации Программы объективной информацией;
- систематизация нормативных материалов и информации в разрезе города, предприятия (включая тома ПДВ, ПДС, экологические паспорта предприятий с сертификацией производств);
- обеспечение деятельности по мониторингу окружающей среды и эколого-хозяйственной деятельности.

В рамках Программы предусматривается создание комплексной системы мониторинга окружающей природной среды, в том числе атмосферного воздуха, поверхностных вод, почв и снежного покрова, а также источников их загрязнения, оснащение ее современным оборудованием и информационными средствами, передвижными автоматизированными лабораториями, увеличение количества стационарных постов наблюдения.

На базе городского центра предусматривается дальнейшее развитие и совершенствование систем социально-гигиенического мониторинга, состояния хозяйственно-питьевого водоснабжения, пищевого сырья и продуктов питания, условий труда и быта, включая контроль химических, биологических, физических и социальных факторов среды обитания населения; создание информационно-аналитического центра по оценке и прогнозированию медико-экологической ситуации.

С целью создания автоматизированной системы мониторинга среды обитания населения Программа предусматривает проведение комплексных научно-исследовательских работ по обоснованию оптимальной организации и технологии мониторинга (сеть и периодичность наблюдений, взаимодействие государственных контролирующих служб, обоснование приоритетных показателей контроля и т. д.), изучение контаминации, миграции и трансформации вредных агентов, картографирование и зонирование территории города по уровням загрязненности окружающей среды (биологические индикаторные тесты, химические индикаторные показатели и т. д.), разработка информационного и программно-технического обеспечения системы мониторинга, разработка методических подходов к прогнозированию экологической ситуации на основе данных мониторинга, расчетных моделей загрязнения окружающей среды и т. п.

Реализация предусмотренных Программой мероприятий позволит создать многоцелевую информационную систему оперативного контроля, оценки и управления медико-экологической ситуацией:

- зонировать территорию города по уровням загрязнения;
- ранжировать предприятия по уровню воздействия на окружающую среду и здоровье населения;
- построить математические модели распространения загрязнений в окружающей среде и прогнозировать экологическую ситуацию;
- определить неблагоприятные факторы среды обитания и зоны повышенного риска для населения города;
- рассчитать реальные нагрузки на население города;
- оценить эффективность проводимых технических, природоохранных и оздоровительных мероприятий;

- составить прогнозы дальнейшего развития ситуации и оптимизировать капиталовложения в оздоровление экологической обстановки в городе;

- разработать рекомендации по совершенствованию системы управления медико-экологической ситуацией, созданию полномасштабной автоматизированной системы мониторинга среды обитания населения и ее техническому наполнению.

Зоны чрезвычайной экологической ситуации (ЧЭС) и зоны экологического бедствия (ЗЭБ) сформировались в ходе длительного этапа природопользования, когда не соблюдались (и не соблюдаются в настоящее время) необходимые пропорции и соотношения между масштабами использования природных ресурсов, пользования свойствами объектов природы и масштабами их воспроизводства, охраны. В тех и других зонах имеют место значительные нарушения в экологических балансах с той разницей, что в зоне ЧЭС возможно реальное восстановление до оптимального уровня экологической обстановки (параметров, показателей качества природного комплекса и его элементов) путем создания и реализации целевых комплексных экологических программ (ЦКЭП), причем даже в крупных масштабах, в аспектах экосистем крупных объектов природы (например, восстановление экологической обстановки в Великих озерах США, участка р. Сены в черте Парижа). В зонах экологического бедствия процессы деградации экосистемы приняли необратимый (для определенного промежутка времени) характер, например в экосистеме Приаралья. Здесь локальными программами проблему нельзя решить, необходимо коренное изменение в самой структуре экономики, ранее ориентированной на получение ежегодно 6 млн т хлопка-сырца, не считаясь с таким вето-показателем природопользования, как экологическая емкость территории, региона. Подобных же решений требует проблема г. Карабаш в Челябинской области, где монопольное природопользование предприятием привело к состоянию экосистемы, обозначенному как «черная точка планеты».

В зонах чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия объективно необходимо осуществление природопользования в особом режиме, с обоснованием, разработкой и реализацией принципиально новых подходов в самом организационно-экономическом механизме природопользования. В чис-

ле таких подходов: совершенствование межбюджетных отношений муниципальных и федеральных уровней и внедрение рентабельного природопользования, способствующих реализации принципа предупреждения негативных последствий в противовес практикуемым попытками ликвидировать последствия.

5.4. Методические подходы к оценке предотвращенного ущерба

Водные ресурсы. Оценка величины предотвращенного экологического ущерба от загрязнения водных ресурсов проводится на основе региональных показателей удельного ущерба, представляющих собой удельные стоимостные оценки ущерба на единицу (1 усл. т) приведенной массы загрязняющих веществ, по всем направлениям деятельности природоохранных органов [71].

Расчетные формулы имеют следующий вид:

$$Y_{\text{пр}m}^{\text{в}} = \sum (Y_{\text{уд}i}^{\text{в}} \times \sum M_{\text{mk}}^{\text{в}}) \times K_{\text{э}r}^{\text{в}}, \quad (77)$$

где $Y_{\text{пр}m}^{\text{в}}$ – предотвращенный экологический ущерб водным ресурсам в рассматриваемом r -м регионе, в результате осуществления n -го направления природоохранной деятельности по k -му объекту (предприятию) в течение отчетного периода времени, тыс. р.; $Y_{\text{уд}i}^{\text{в}}$ – показатель удельного ущерба (цены загрязнения) водным ресурсам, наносимого единицей (усл. т) приведенной массы загрязняющих веществ на конец отчетного периода для i -го водного объекта в рассматриваемом r -м регионе, р./усл. т.

Региональный показатель удельного ущерба водным ресурсам на единицу (усл. т) приведенной массы загрязняющих веществ, используемых при определении величины предотвращенного экологического ущерба, определяется по формуле

$$Y_{\text{пр}m}^{\text{в}} = \frac{Y_{\phi}^r}{M_{\phi}^r}, \quad (78)$$

где Y_{ϕ}^r – суммарная величина ущерба, нанесенного загрязнением водных ресурсов в рассматриваемом r -м регионе за отчетный период времени по j -му фактору, тыс. р./год:

$$Y_{\phi}^r = \sum_{j=1}^N Y_{\phi j}^r, \quad (79)$$

где M_{ϕ}^r – приведенная масса загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты (водный объект) рассматриваемого региона от k -го источника-загрязнителя, за отчетный период времени, тыс. усл. т/год; N – количество учитываемых загрязняющих веществ:

$$M_{\phi}^r = \sum_{k=1}^K M_{\phi k}^r, \quad (80)$$

где $M_{\phi k}^r$ – приведенная масса загрязняющих веществ, не поступивших (не допущенных к сбросу) в j -й водный источник с k -го объекта в результате осуществления n -го направления природоохранной деятельности в r -м регионе в течение отчетного периода времени, тыс. усл. т; K – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов по бассейнам основных рек.

Приведенная масса загрязняющих веществ рассчитывается по следующим формулам:

- для k -го конкретного объекта (или водного мероприятия):

$$M_{nk}^B = \sum_{i=1}^N m_i^B K_{si}^B; \quad (81)$$

- для n -го направления природоохранной деятельности:

$$M_n^B = \sum_{k=1}^K M_{nk}^B, \quad (82)$$

где m_i^B – фактическая масса снимаемого (не допущенного к попаданию в водный источник) i -го загрязняющего вещества или группы веществ с одинаковым коэффициентом относительной эколого-экономической опасности на k -м объекте (или в результате осуществления k -го водоохранного мероприятия) в течение отчетного периода времени, т; K_{zi}^B – коэффициент относительной эколого-экономической опасности для i -го загрязняющего вещества или группы веществ; i – вид загрязняющего вещества или группы веществ; K – количество объектов (предприятий, производств), осуществляющих водоохранную деятельность или количество водоохранных мероприятий, не допускающих (снижающих) сбросы загрязняющих веществ в водные источники.

В качестве основы для расчетов приведенной массы загрязнений используются утвержденные значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воде водоемов рыбохозяйственного значения (как наиболее жесткие). С помощью ПДК определяются коэффициенты эколого-экономической опасности загрязняющих веществ (как величина, обратная ПДК):

$$K_{zi} = \frac{1}{\text{ПДК}}. \quad (83)$$

Учитывая огромное количество поступающих в водные объекты видов загрязняющих веществ, для упрощения расчета коэффициентов относительной эколого-экономической опасности загрязнения группируются по классам опасности и признаку близких значений ПДКр.

Атмосферный воздух. Оценка величины предотвращенного экологического ущерба от загрязнения атмосферы воздуха стационарными и передвижными источниками выбросов проводится на основе показателей удельного ущерба для экономического района, представляющих собой удельные стоимостные оценки ущерба от выброса единицы (1 усл. т) приведенной массы загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух.

Оценка величины предотвращенного экологического ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

стационарными источниками может проводиться как для одного крупного источника или группы оцениваемых источников, так и для региона в целом.

При укрупненных оценках предотвращенного ущерба (либо оценке прогнозируемой величины предотвращенного ущерба) для территории в целом в качестве оцениваемой группы источников могут рассматриваться все стационарные источники в данном городе, регионе, учитываемые как единицы «приведенных» источников.

Расчетные формулы имеют следующий вид:

$$Y_{\text{пр}mcr}^a = Y_{\text{уд},r}^a \times \sum_{k=1}^K M_{nkcr}^a \times K_{\text{э},r}^a, \quad (84)$$

где $Y_{\text{пр}mcr}^a$ – предотвращенный экологический ущерб от загрязнения атмосферного воздуха выбросами от стационарных источников в r -м регионе в течение отчетного периода времени в результате осуществления n -го направления природоохранной деятельности, тыс. р.; $Y_{\text{уд},r}^a$ – показатель удельного ущерба атмосферному воздуху, наносимого выбросом единицы приведенной массы загрязняющих веществ на конец отчетного периода времени для r -го экономического района РФ, р./усл. т; M_{nkcr}^a – приведенная масса выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников выбросов, не поступивших в атмосферный воздух с k -го объекта (в том числе уловленных на ПГОУ) в результате осуществления n -го направления природоохранной деятельности в r -м регионе в течение отчетного периода времени, усл. т; K – количество объектов (предприятий, производств, имеющих ГОУ) либо количество установок для улавливания и обезвреживания вредных веществ из отходящих газов, а также других природоохранных мероприятий, приведших к недопущению (ликвидации, снижению) попадания загрязняющих веществ в атмосферный воздух; $K_{\text{э},r}^a$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха территорий в составе экономических районов России.

Показатель удельного ущерба от выброса 1 усл. т загрязняющих веществ в атмосферный воздух $Y_{уд,r}^a$ был определен отношением величины суммарной оценки нанесенного (фактически причиненного) экологического ущерба от выбросов загрязняющих веществ за определенный период времени к приведенной масса выбросов загрязняющих веществ, имевших место в тот же период времени в рассматриваемом i -м регионе (с учетом массы трансграничного переноса):

$$Y_{уд,r}^a = \frac{\sum_{i=1}^N y_i^a}{M_r^a}, \quad (85)$$

где Y_i^a – экономическая оценка нанесенного экологического ущерба по i -му фактору от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в r -м регионе, тыс. р./год; M_r^a – приведенная масса выбросов загрязняющих веществ за отчетный период времени в r -м регионе, тыс. усл. т/год.

Эти показатели были исчислены на основе анализа и обработки материалов по экономической оценке ущербов от загрязнения атмосферного воздуха в ряде регионов России и стран СНГ, данных официальной статистики, включающих социальные, экономические и природно-географические показатели регионов субъектов Российской Федерации, с использованием математической зависимости (математической модели), полученной методом множественной регрессии показателей, определяющих величину ущерба в том или ином регионе. При этом учитывалась масса выбросов загрязняющих веществ в пределах данного региона и поступившая из сопредельных регионов в результате трансграничного переноса. Оценка нанесенного ущерба проводилась с учетом влияния загрязнения атмосферного воздуха на почвы, земельные ресурсы, поверхностные воды и биоресурсы.

Приведенная масса загрязняющих веществ рассчитывается по формулам:

- для k -го объекта либо природоохранного мероприятия, приведшего к снижению (недопущению) выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух:

$$M_{nk}^a = \sum_{i=1}^N m_i^a K_{zi}^a, \quad (86)$$

- для r -го региона (района) в целом:

$$M_r^a = \sum_{k=1}^K M_{nk}^a, \quad (87)$$

где m_i^a – фактическая масса i -го загрязняющего вещества или группы веществ с одинаковым коэффициентом относительной эколого-экономической опасности, не поступивших в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов в результате осуществления n -го направления природоохранной деятельности (в том числе уловленных на ЛГУ) в течение отчетного периода, т; K_{zi}^a – коэффициент относительной эколого-экономической опасности i -го загрязняющего вещества или группы веществ; i – индекс загрязняющего вещества или группы загрязняющих веществ; N – количество учитываемых групп загрязняющих веществ.

Предотвращенный экологический ущерб от выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ передвижным транспортом рассчитывается по формуле

$$Y_{\text{пр,пр}}^a = Y_{\text{уд,р}}^a \times \sum_{k=1}^K M_{k,\text{пр}}^a \times K_{\text{зр}}^a = Y_{\text{уд,р}}^a \times \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^N \Delta m_{i,\text{тр}} \times K_{zi}^a \times K_{\text{зр}}^a, \quad (88)$$

где $\Delta m_{i,\text{тр}}$ – фактическое снижение выброса i -го загрязняющего вещества от k -й единицы передвижного транспорта в течение отчетного периода времени, т; K – количество единиц передвижного транспорта, на которых произошло снижение содержания загрязняющих веществ в выхлопных газах в результате осуществления природоохранной деятельности.

Земельные ресурсы. Экологический ущерб от ухудшения и разрушения почв и земель под воздействием антропогенных (техногенных) нагрузок:

- деградация почв и земель;
- загрязнение земель химическими веществами;
- захламление земель несанкционированными свалками, другими видами несанкционированного и нерегламентированного размещения отходов;
- увеличение площадей, отводимых под места размещения отходов.

Деградация почв и земель происходит в результате:

- хозяйственной деятельности в сельском, лесном хозяйстве;
- строительства и горнодобывающей деятельности;
- рекреационных нагрузок.

Оценка величины предотвращенного в результате природоохранной деятельности экологического ущерба от деградации почв и земель производится по формуле

$$Y_{\text{прд}}^{\text{п}} = Y_{\text{удр}}^{\text{п}} \times \sum_j S_j \times K_{nj}, \quad (89)$$

где S_j – площадь земель j -го типа, сохранных от деградации в результате природоохранной деятельности, га; K_{nj} – коэффициент природно-хозяйственной значимости почв и земель j -го типа.

Загрязнение земель химическими веществами происходит в результате:

- несанкционированного размещения отходов различных классов опасности;
- аварийных сбросов сточных вод и различных химических веществ;
- полива сельскохозяйственных угодий загрязненной водой;
- выпадения на землю осадков, содержащих химические вещества;
- выбросов в атмосферный воздух.

Величина предотвращенного в результате природоохранной деятельности экологического ущерба от загрязнения земель химическими веществами рассчитывается по формуле

$$Y_{\text{пр}_x}^n = Y_{\text{уд}_r}^n \times \sum_j S_j \times K_i^o \times K_{nj}, \quad (90)$$

где $Y_{\text{пр}_x}^n$ – предотвращенный экологический ущерб от загрязнения земель химическим веществом i -го класса опасности в течение отчетного периода времени, тыс. р.; S_j – площадь земель j -го типа, которую удалось предотвратить от загрязнения (либо ликвидировать загрязнение) химическим веществом i -го класса опасности в течение отчетного периода времени, га; K_i^o – коэффициент, учитывающий класс опасности i -го химического вещества, не допущенного (предотвращенного) к попаданию на почву, либо ликвидированного загрязнения в результате реализации соответствующего направления природоохранной деятельности.

Оценка величины предотвращенного экологического ущерба в результате недопущения захламления земель несанкционированными свалками, ликвидации существующих несанкционированных свалок либо уменьшения площадей объектов для размещения отходов производится по формуле

$$Y_{\text{пр}_c}^n = \sum_j S_i \times K_{ni}, \quad (91)$$

где $Y_{\text{пр}_c}^n$ – предотвращенный экологический ущерб в результате недопущения (уменьшения) захламления земель в течение отчетного периода, тыс. р./год; S_i – площадь земель, которую удалось предотвратить от захламления (ликвидировать обнаруженное захламление либо уменьшить площади объектов для размещения отходов) в течение отчетного периода времени, га.

Общая величина предотвращенного экологического ущерба $Y_{\text{пр}}^n$ почвам и земельным ресурсам по всем направлениям природоохранной деятельности в рассматриваемом регионе в течение отчетного периода времени определяется суммированием всех видов предотвращенных экологических ущербов:

$$Y_{\text{пр}}^n = Y_{\text{пр}_d}^n + Y_{\text{пр}_x}^n + Y_{\text{пр}_c}^n + Y_{\text{пр}_j}^n, \quad (92)$$

где $U_{пр, j}^n$ – любой другой j -й вид предотвращенного экологического ущерба почвам и земельным ресурсам в рассматриваемом регионе за отчетный период времени, тыс. р. (предотвращение сбросов загрязненных сточных вод на рельеф местности, аварийных сбросов, разливов химических веществ, сбросов от животноводческих ферм и др.

Биоресурсы. Оценка величины предотвращенного экологического ущерба биоресурсам осуществляется по трем основным категориям мероприятий, обеспечивающим:

1) сохранение в целом биоресурсного комплекса территории;

2) сохранение отдельных видов или групп экологически и систематически близких видов животных и растений;

3) комплексные компенсационные меры по снижению прогнозируемого экологического ущерба при проектировании, строительстве и эксплуатации хозяйственных объектов.

К первой категории мероприятий относятся:

- создание охраняемых территорий;
- предупреждение катастроф, стихийных бедствий;
- запрещение выделения территорий под сплошные рубки, застройку, разработку месторождений и т. п.

Ко второй категории мероприятий относятся:

- предупреждение, браконьерства, несанкционированных вырубок деревьев и сбора растений;
- биотехнические мероприятия, предотвращающие гибель животных и уничтожение растений при проведении производственных процессов, прокладке транспортных магистралей, линий электропередач и т. п.;

- создание и функционирование питомников, зверо-, дичеферм и иных производственных структур по разведению видов животных, растений, в том числе проведение мероприятий по высадке зеленых насаждений.

К третьей категории мероприятий относятся комплексные компенсационные действия по снижению прогнозируемого ущерба при проектировании, строительстве и эксплуатации хозяйственных объектов.

Сбор информации и оценка величины предотвращаемого ущерба биоресурсам осуществляется в три этапа:

- оценивается численность объектов животного и растительного мира по состоянию на конец отчетного года;
- рассчитывается разница между показателем численности объектов животного и растительного мира анализируемого года и года предыдущего;
- полученная величина изменения численности биоресурсов за год подставляется в соответствующую формулу расчета предотвращенного экологического ущерба.

Оценка состояния первичных экосистем биоресурсов на момент начала воздействия хозяйственной деятельности проводится по экологическим группам биоресурсов на видовом уровне: с использованием информации согласно летописи природы, формы «ТП-охота», отраслевой статотчетности, региональных кадастров, а также материалов специальных исследований и литературных материалов.

Разница между показателями, характеризующими состояние биологических ресурсов в границах рассматриваемой территории, определяется специальным расчетом исходя из кадастровой оценки.

Оценка предотвращенного экологического ущерба биоресурсам и результате реализации первой категории природоохранных мероприятий (создание ООПТ) производится по следующей формуле:

$$Y_{\text{пр}_1}^6 = \sum_{i=1}^N (N_{o_i} \times H_i) \times K_p : T, \quad (93)$$

где $Y_{\text{пр}_1}^6$ – оценка в денежной форме величины предотвращенного экологического ущерба биоресурсам для первой категории мероприятий за отчетный период времени, тыс. р.; $i = 1, 2, 3, \dots$, N – количество видов наземных позвоночных животных и растений, экз.; N_{o_i} – общее число животных или растений i -го вида, обитающих на всей охраняемой территории, экз.; H_i – такса за ущерб i -му виду учитываемых животных или растений, р.; K_p – региональный коэффициент биоразнообразия; T – временной лаг (число лет, в течение которых предполагается функционирование охраняемой территории, обычно равно 50).

Коэффициент K_p характеризует неоднородность регионов по представительству объектов животного и растительного мира, т. е. по биоразнообразию. Данные коэффициенты для каждого субъекта Российской Федерации являются расчетной величиной соотношения суммарного количества видов четырех важнейших групп животных и растений (млекопитающих, птиц, рыб и сосудистых растений) к региону, где отмечена минимальная их сумма.

Результаты расчетов коэффициентов биоразнообразия обобщены в форме сводной таблицы-матрицы. Видовое разнообразие также дифференцировано по природным зонам, которые представлены в соответствующем субъекте Российской Федерации.

Оценка предотвращенного экологического ущерба биоресурсам в результате предупреждения катастроф, стихийных бедствий, запрещения выделения территорий под сплошные рубки, застройку, разработку месторождений и т. п. производится по формуле

$$Y_{\text{пр1}}^{\text{б}} = \sum_{i=1}^N (N_{o_i} \times H_i) \times K_p, \quad (94)$$

где $Y_{\text{пр1}}^{\text{б}}$ – оценка в денежной форме величины предотвращенного ущерба биоресурсам для первой категории мероприятий за отчетный период времени, тыс. р./год; N_{o_i} – общее число животных и растений i -го вида, обитающих на сохраненной территории, экз.

Для лесной растительности оценка предотвращенного ущерба рассчитывается по формуле

$$Y_{\text{пр1л}}^{\text{б}} = \sum_{i=1}^N (N_{o_i} \times H_i) \times S \times K_p, \quad (95)$$

где $Y_{\text{пр1л}}^{\text{б}}$ – оценка в денежной форме величины предотвращенного экологического ущерба лесным ресурсам для первой категории мероприятий за отчетный период времени, тыс. р./год;

$i = 1, 2, 3, \dots, N$ – число лесных пород растений на сохраненной территории; N_{o_i} – средний запас i -го вида лесной породы, определенный для сохраненной территории, м³ на 1 га; H_i – таксовая стоимость древесины i -го вида лесной породы, р. за 1 м³ (определяется согласно постановлению Правительства РФ от 19 сентября 1997 г.); S – площадь сохраненной территорий, по которой производится расчет, га; K_p – региональный коэффициент био-разнообразия.

Оценка предотвращенного экологического ущерба наземным позвоночным животным в результате реализации мероприятий второй категории за отчетный период времени проводится по следующей формуле:

$$Y_{\text{пп}_2}^6 = \sum_{i=1}^N [(N_{t_i} - N_{o_i} - D_{t_i}) \times H_i] \times K_p, \quad (96)$$

где $Y_{\text{пп}_2}^6$ – оценка в денежной форме величины предотвращенного экологического ущерба i -му виду или группе видов наземных позвоночных животных за отчетный период времени в результате реализации мероприятий второй категории, тыс. р./год; N_{t_i} – численность i -го вида или группы видов наземных позвоночных животных на конец отчетного периода, экз.; N_{o_i} – численность i -го вида или группы видов наземных позвоночных животных на конец предшествующего периода, экз.; D_{t_i} – предполагаемое изъятие i -го вида наземных животных в отчетном периоде, экз. (применяется для охотничье-промысловых и хозяйственно-используемых видов наземных позвоночных животных); H_i – такса взыскания за ущерб, нанесенный одной особи соответствующего i -го вида или группы видов, р./экз.

Расчет предотвращенного экологического ущерба беспозвоночным животным, в том числе редким и исчезающим видам, занесенным в Красную книгу Российской Федерации, в результате реализации природоохранных мероприятий второй категории проводится по следующей формуле:

$$Y_{\text{пр}_6}^6 = S \times E \times H, \quad (97)$$

где $Y_{\text{пр}_6}^6$ – оценка в денежной форме величины предотвращенного экологического ущерба беспозвоночным животным за отчетный период времени, тыс. р.; S – площадь территории рекультивации или проведения мероприятий по восстановлению почвенного покрова, га; E – коэффициент биомассы беспозвоночных животных соответствующей природной зоны; H – такса взыскания за ущерб, причиненный уничтожением или деградацией почвенного покрова на соответствующей территории субъекта Российской Федерации (согласно постановлению Правительства РФ), тыс. р./га.

Для расчета предотвращенного экологического ущерба от реализации комплексных компенсационных мер по снижению прогнозируемого ущерба при проектировании, строительстве и эксплуатации хозяйственных объектов используется следующая формула:

$$Y_{\text{пр}_c}^6 = \sum_{i=1}^N N_i^p \times K_p \times \bar{H}, \quad (98)$$

где $Y_{\text{пр}_c}^6$ – оценка в денежной форме величины предотвращенного экологического ущерба биоресурсам от мероприятий по оценке и контролю за реализацией проектов строительства и эксплуатации крупных хозяйственных объектов за отчетный период времени, тыс. р./год; N_i^p – суммарная численность объектов животного и растительного мира (комплекс из видов от 1 до n), которая может быть потеряна в результате нерегламентированного воздействия, экз.; \bar{H} – такса ущерба биоресурсам (средняя величина от суммы такс по каждому виду из анализируемого комплекса видов на данной территории), р.

Общая величина предотвращенного экологического ущерба биоресурсам на рассматриваемой территории за отчетный период времени определяется как сумма ущербов по всем категориям биоохранных мероприятий:

$$Y_{\text{пр}}^{\text{б}} = Y_{\text{пр}_1}^{\text{б}} + Y_{\text{пр}_{11}}^{\text{б}} + Y_{\text{пр}_{1а}}^{\text{б}} + Y_{\text{пр}_2}^{\text{б}} + Y_{\text{пр}_6}^{\text{б}} + Y_{\text{пр}_c}^{\text{б}}, \quad (99)$$

где $Y_{\text{пр}}^{\text{б}}$ – суммарная экономическая оценка величины предотвращенного экологического ущерба от проведения всех видов мероприятий по охране биоресурсов на рассматриваемой территории за отчетный период времени, тыс. р.

Размещение отходов. Величина предотвращенного экологического ущерба окружающей природной среде в результате недопущения к размещению 1 т либо ликвидации размещенных ранее отходов i -го класса опасности в результате осуществления n -го направления природоохранной деятельности определяется по формулам:

$$Y_{\text{пр}_1}^{\text{отх}} = Y_{\text{уд}_r}^{\text{отх}} \times \sum_k \sum_i M_{ik}^{\text{отх}} \times K_i^{\text{o}}; \quad (100)$$

$$Y_{\text{пр}_2}^{\text{отх}} = Y_{\text{уд}_r}^{\text{отх}} \times \sum_k \Delta M_i \times K_i^{\text{o}}, \quad (101)$$

где $Y_{\text{пр}_1}^{\text{отх}}$ – предотвращенный экологический ущерб в результате недопущения к размещению 1 т отходов i -го класса опасности от k -го объекта за счет их использования, обезвреживания либо передачи другим предприятиям (субъектам РФ, государствам) для последующего использования, обезвреживания; тыс. р.; $Y_{\text{уд}_r}^{\text{отх}}$ – показатель удельного ущерба окружающей природной среде i -го региона в результате размещения 1 т отходов IV класса опасности, р./т; $M_{ik}^{\text{отх}}$ – объем отходов r -го класса опасности от k -го объекта (предприятия, производства), не допущенных к размещению (использованных, обезвреженных либо переданных другим предприятиям, субъектам РФ, государствам), т; $Y_{\text{пр}_2}^{\text{отх}}$ – предотвращенный ущерб в результате ликвидации (либо сокращения количества) ранее размещенных отходов i -го класса опасности за счет их вовлечения в хозяйственный оборот, тыс. р.; ΔM_i – снижение объемов размещения отходов за счет вовлечения их в хозяйственный оборот в результате осуществ-

ления соответствующего направления природоохранной деятельности, т; K_i^o – коэффициент, учитывающий класс опасности i -го химического вещества, не допущенного (предотвращенного) к попаданию на почву, либо ликвидированного загрязнения в результате осуществления соответствующего направления природоохранной деятельности.

При определении предотвращенного экологического ущерба почвам и земельным ресурсам исходили из предпосылки, что величину предотвращенного экологического ущерба, рассчитанную на основе нормативов стоимости освоения новых земель, неправомерно относить только на результаты деятельности природоохранных органов. Доля предотвращенного экологического ущерба почвам и земельным ресурсам, относимая на результат деятельности территориальных органов системы Госкомэкологии России и определяемая методом экспертных оценок, составляет не более 10%. Поэтому при определении величины предотвращенного экологического ущерба почвам и земельным ресурсам предлагается использовать показатель удельного ущерба, рассчитанный по формуле

$$Y_{уд}^n = H_c \times 0,1 \times K_n, \quad (102)$$

где H_c – норматив стоимости освоения земель, тыс. р./га; 0,1 – понижающий коэффициент; K_n – коэффициент индексации базовых нормативов платы.

Показатель удельного ущерба от размещения 1 т отходов IV класса опасности рассчитан по формуле

$$y_{пр}^{отх} = \frac{H_c \times S \times K_3^n \times Y_{уд}^a \times M^a \times K_3^a}{V_{отх}}, \quad (103)$$

где H_c – норматив стоимости освоения земель, р./га; S – площадь мест организованного захоронения отходов, га; K_3^n – коэффициент экологической значимости почв и земельных ресурсов для экономического района РФ; $Y_{уд}^a$ – показатель удельного ущерба

атмосферному воздуху; M^a – приведенная масса выбросов загрязняющих веществ, усл. т (определялась в соответствии с ПДВ от отходов, подлежащих захоронению, по нескольким действующим объектам для размещения отходов Московской области); K^a – коэффициент экологической значимости атмосферного воздуха для экономического района РФ; $V_{отх}$ – объем отходов, размещенных в местах организованного захоронения, т.

Вторая составляющая в числителе формулы учитывает выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при размещении отходов в местах организованного захоронения. Доля этой составляющей в общей величине $Y_{пр}^{отх}$ была рассчитана для нескольких конкретных полигонов по обезвреживанию и захоронению промышленных и бытовых отходов Московской области. Она составила менее 1%, поэтому в дальнейших расчетах не учитывалась.

5.5. Методические подходы к оценке эффективности системного предупреждения негативных последствий для экосистемы и здоровья человека в экстремальных условиях природопользования

Основным методическим принципом оценки экологической эффективности исследований и разработок, внедрения новой техники и технологии является принцип рационального природопользования, содержание которого составляют взаимосвязанные и взаимообусловленные процессы удовлетворения потребностей в природных ресурсах, свойствах объектов природы при одновременном поддержании и сохранении природно-ресурсного потенциала на перспективу.

Главный принцип методики состоит в триггерном эффекте, который проявляется в последовательности результат – эффект, причем проявление экологического эффекта объективно трансформируется в форму экономического, социального эффектов. Экологический эффект в виде поддержания саморегулирующей, самовосстанавливающей, самоочищающей способности природных ресурсов, объектов природы, экосистемы в целом создает

условия для удовлетворения экономических (в ресурсах, условиях экономического воспроизводства), социальных (в условиях воспроизводства главной производительной силы – населения, человека) потребностей.

Трансформация категорий «потребительские свойства» природных ресурсов, объектов в категорию (статус) «потребительная стоимость» в результате целенаправленной трудовой деятельности в процессе их подготовки и вовлечения в воспроизводственный процесс и в дальнейшем в процессе обмена (участия в системе межотраслевого, территориального, межрегионального, в том числе международного, разделения труда) в категорию («статус») «стоимость» изображена на рис. 23.



Рис. 23. Алгоритм формирования результатов и эффектов в природопользовании

В методике заложен принцип взаимовлияния и взаимозависимости показателей экологического, экономического, социального эффектов. При этом предполагается, что результаты могут быть отрицательными, а эффект – только положительным, так как его сущность заключается в удовлетворении потребностей (экологических, экономических, социальных).

Формализация экологической эффективности исследований и разработок может быть представлена как сопоставление, соотношение, сравнение получаемого (полученного) суммарного экологического эффекта $\sum \mathcal{E}_i(t)$ с суммарными затратами $\sum \mathcal{Z}_i(t)$, приведенными к одному и тому же временному интервалу:

$$E_3 = \frac{\sum \mathcal{E}_i(t)}{\sum \mathcal{Z}_i(t)}, \quad (104)$$

где E_3 – экологическая эффективность исследований и разработок; $\sum \mathcal{E}_i(t)$ – суммарный экологический эффект; $\sum \mathcal{Z}_i(t)$ – суммарные затраты; t – временной интервал.

Важно подчеркнуть, что в основе подхода к оценке эффективности возможны два пути: повышение суммарного эффекта и снижение суммарных затрат.

В суммарном эффекте необходимо выделить три основные составляющие: экологическую, экономическую и социальную.

Эффект экологический. Прямой (непосредственный) экологический эффект (его проявление, наличие, развитие) оценивается как результат последовательной трансформации непосредственно положительных результатов снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, сбросов в водные объекты и складирования отходов в экологический эффект $\mathcal{E}_{э,прям}$ и поэтапно в экономический, социальный, поскольку предотвращение деградации экосистемы и дисбаланса в ней, улучшение параметров создает предпосылки для удовлетворения экологических, экономических и социальных потребностей. При этом дополнительно предполагается проявление сопутствующего, способствующего достижению главной цели эффекта в виде возможных положительных результатов в других сферах, отраслях, элементах производственного процесса за счет внедрения достижений науки, техники, т. е. результатов исследований и разработок с учетом экологических требований.

Методика расчета учитывает возможный прирост, развитие экологического эффекта косвенно $\mathcal{E}_{э,косв}$ через обеспечение условий проектного режима функционирования технологических процессов и тем самым достижение проектных показателей ПДВ, ПДС, а впоследствии – снижение ПДК в воздухе, воде, почве.

Кроме того, специфическим экологическим эффектом $\mathcal{E}_{э,сп}$ является дополнительный экологический эффект в форме эффек-

та эмерджентности экосистемы, достигаемый вследствие внедрения достижений исследований и разработок и проявляющийся в поддержании устойчивости экосистем, т.е. возможности их функционирования с сохранением саморегулирующейся, самоорганизующейся и самоочищающейся способностей. Такой дополнительный экологический эффект может быть достигнут при комплексных исследованиях и разработках, так как только они могут обеспечить оптимальное функционирование отдельных ресурсов и проявление их свойств во взаимосвязи, взаимодействии с остальными ресурсами. Это приводит к появлению дополнительных, новых свойств, качеств экосистемы, не присущих ни одному из ее элементов. Данные свойства появляются только в условиях функционирования отдельных природных ресурсов в экосистеме в силу их взаимообусловленности и корреляционных взаимосвязей.

Таким образом, суммарный экологический эффект $\sum \mathcal{E}_3$ формируется сложением прямого, косвенного и специфического экологических эффектов:

$$\sum \mathcal{E}_3 = \mathcal{E}_{\text{э.прям}} + \mathcal{E}_{\text{э.косв}} + \mathcal{E}_{\text{э.сп}} \quad (105)$$

Оценка положительного экологического результата. Формами проявления положительного экологического результата исследований и разработок следует считать снижение:

- 1) выброса загрязняющих веществ, достигаемого реализацией научных разработок ΔV_a ;
- 2) сброса загрязненных сточных вод, достигаемого реализацией новых технологий водопользования ΔV_b ;
- 3) концентрации загрязняющих веществ в атмосферных выбросах, в сбросах в водные объекты в расчете на единицу продукции по сравнению с предыдущей технологией или с имеющимися отечественными и зарубежными разработками соответственно ($\Delta C_a, \Delta C_b$);
- 4) общего объема образующихся твердых отходов $\Delta V_{т.о}$ и в расчете на единицу продукции $\Delta K_{т.о}$;

5) потерь материалов ΔM , вещества ΔB , энергии ΔE_i вследствие снижения количества или предотвращения появления бракованной продукции;

6) потребления дополнительных природных ресурсов ΔR , энергии ΔE_2 при уменьшении брака и возможности отказа или максимального снижения масштабов переработки бракованной продукции; при повышении срока службы изделий, продукции, агрегатов, машин, приборов, функционирования их в проектном режиме, параметрах;

7) материальных ΔM_3 и энергетических затрат ΔE_3 на природоохранные мероприятия, финансовых ΔF_p и трудовых ΔT_p ресурсов косвенно при реализации технических и технологических решений в других отраслях и сферах народного хозяйства с учетом природоохранных требований;

8) материальных ΔM_c , трудовых ΔT_c , энергетических ΔE_c ресурсов на природоохранные мероприятия в случае получения синергического результата – сочетания, суммирования результатов саморегулирующейся, самовосстанавливающейся, самоочищающейся способностей природных систем и новых технических, технологических решений, т. е. положительная провокация способностей, потенциала экосистемы как проявление задела, обусловленного вкладом НИР, НИОКР;

9) потребления природных ресурсов $\Delta P_{p.k.}$, энергии ΔE_k на создание продукции, удовлетворение потребностей при реализации технологии комплексного использования природных ресурсов на основе совершенствования пространственной организации, размещения производства в форме промышленного узла, территориальных производственных комплексов разного ранга, которые обеспечивают обратное, повторно-последовательное использование свойств природных ресурсов и их экономию в расчете на единицу продукции и единицу потребляемого первичного ресурса;

10) потребления природных ресурсов $\Delta P_{p.об}$ и образования отходов на единицу продукции $\Delta O_{m.отх}$ при создании и внедрении ресурсосберегающих и малоотходных технологий;

11) снижение или предотвращение потерь тепловой ΔE_t , электрической ΔE_e , и других видов энергии ΔE_n , не определяемых, не измеряемых, не учитываемых в настоящее время.

Эффект экономический. При внедрении результатов исследований и разработок в процесс природопользования он представляется и определяется как сумма эффектов:

$$\sum \mathcal{E}_{\text{экон}} = \mathcal{E}_{\text{д.пр}} + \mathcal{E}_{\text{пр.пот}} + \mathcal{E}\Delta\text{п} + \mathcal{E}_3, \quad (106)$$

где $\mathcal{E}_{\text{д.пр}}$ – эффект от использования дополнительной продукции при очистке выбросов, сбросов, переработке отходов; $\mathcal{E}_{\text{пр.пот}}$ – эффект от предотвращения потерь сырья, материалов, энергии; $\mathcal{E}\Delta\text{п}$ – эффект от снижения платежей предприятий за загрязнение, компенсаций ущерба, выплат санкций; \mathcal{E}_3 – эффект от экономии затрат на природопользование в результате внедрения исследований и разработок.

Эффект социальный. При внедрении результатов исследований и разработок в природопользование эффект такой направленности может быть оценен как удовлетворение социальных потребностей, как сумма предотвращенных социальных потерь, выраженная в виде:

$\mathcal{E}_{\text{соц.заб.хр}}$ – социальный эффект от снижения, максимального предупреждения заболеваний населения (даже смерти), обусловленных экологическим фактором. Количественно этот эффект можно рассчитать на основе предотвращенных затрат на здравоохранение;

$\mathcal{E}_{\text{уд.потр}}$ – эффект от удовлетворения потребностей в природных ресурсах, условиях проживания и жизнедеятельности;

$\mathcal{E}_{\text{мигр}}$ – эффект от максимального сокращения (снижения), предотвращения миграции населения по экологическому фактору;

$\mathcal{E}_{\text{сохр.пот}}$ – эффект от сохранения и приращения человеческого потенциала, с учетом экологического фактора, в том числе за счет увеличения продолжительности жизни, обеспечения сохранения человеческой популяции и здорового потомства.

Экологическая эффективность исследований и разработок. Методическим подходом к обоснованию экологической эффективности исследований и разработок служат существующие методики и методические указания, регламентирующие количественную оценку эффекта, затрат и эффективности осу-

ществления мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов, объектов.

В соответствии с временной типовой методикой определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиненного народному хозяйству загрязнением окружающей среды¹, предлагается определять:

а) по принципу предотвращенного ущерба:

$$E_y = \frac{\sum Y(t)_{\text{пред}}}{\Pi_3 = C(t) + K \times E_n}, \quad (107)$$

где $\sum Y(t)_{\text{пред}}$ – суммарный предотвращенный ущерб за год, который можно рассчитать на основе приведенной массы загрязняющих веществ, удельного ущерба и учета агрессивности загрязняющего вещества по методике оценки предотвращенного экологического ущерба; Π_3 – приведенные затраты (к одному году), рассчитываемые как сумма эксплуатационных C и капитальных K затрат, приведенных к одному году; E_n – ранее применяемый нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (как величина, обратная сроку их окупаемости), а в настоящее время для практических расчетов может быть условно приравнен коэффициенту дисконтирования;

б) по принципу абсолютной эффективности:

$$E_{\text{абс}} = \frac{\sum Y(t)_{\text{пред}} + \sum \mathcal{E} + \sum \Pi}{C + K \times E_n}, \quad (108)$$

где $\sum \mathcal{E}$ – суммарный экономический эффект, получаемый при осуществлении природоохранных затрат: удовлетворение по-

¹ Методика не утратила свою значимость, несмотря на давность разработки и внедрения в практику. Применяется и в настоящее время, так как наиболее полно и логично обосновывает суть процесса оценки эффективности и не имеет альтернативной замены [42].

требителей за счет создания дополнительной продукции и услуг при осуществлении мероприятий по рациональному природопользованию (в том числе природоохранных); $\sum \Pi$ – суммарные предотвращенные потери сырья, материалов, энергии в результате мероприятий по рациональному природопользованию;

в) по принципу сравнительной эффективности, смысл которого сводится к расчету минимума приведенных затрат по альтернативным вариантам природоохранных мероприятий;

г) по принципу периода окупаемости, используемому в США:

$$ПО = \frac{K}{\text{Среднегодовая экономия} + \text{Среднегодовая амортизация}}. \quad (109)$$

Очевидно, что все подходы применимы для оценки результатов и эффектов, эффективности внедрения НИР в сферу рационального природопользования, поскольку позволяют оценить результат, эффект и затраты.

С учетом существующей методической базы, особенностей и специфики оценки результатов, эффектов, эффективности мероприятий по рациональному природопользованию (в том числе мероприятий по охране окружающей среды), опыта других стран, особенностей проявления процесса внедрения исследований и разработок в сферу природопользования можно рекомендовать следующие основные показатели эффективности исследований и разработок в части их реализации при решении экологических проблем.

Эффективность ресурсосбережения $E_{p.сб}$:

$$E_{p.сб} = \frac{\Delta V_{p.сб}}{\sum 3}, \quad (110)$$

где $\Delta V_{p,об}$ – объем снижения потребления первичных ресурсов (из природной среды); $\sum Z$ – суммарные затраты на достижение цели.

Эффективность малоотходных технологий $E_{м.отх}$:

$$E_{м.отх} = \frac{\Delta Q_{отх}}{\sum Z}, \quad (111)$$

где $\Delta Q_{отх}$ – снижение образования твердых, жидких, газообразных отходов в технологических процессах.

Эффективность экологическая $E_{экол}$:

$$E_{экол} = \frac{\sum \mathcal{E}_{экол} + \Delta Y_{экол}}{\sum Z}, \quad (112)$$

где $\sum \mathcal{E}_{экол}$ – суммарный экологический эффект; $\Delta Y_{экол}$ – снижение экологического ущерба в результате внедрения НИР, НИОКР;

Эффективность экономическая $E_{экон}$:

$$E_{экон} = \frac{\sum \mathcal{E}_{экон} + \sum Y_{экол}}{\sum Z}, \quad (113)$$

где $\sum \mathcal{E}_{экон}$ – суммарный экономический эффект внедрения достижений НИР, НИОКР в природопользование в виде удовлетворения потребностей за счет получения дополнительной продукции при осуществлении природоохранных мероприятий; в виде стоимости предотвращенных потерь сырья, материалов, энергии; в виде экономии затрат на удовлетворение потребностей в рациональном природопользовании; $\sum Y_{экол}$ – суммарный предотвращенный экологический ущерб, достигаемый за счет внедрения НИР в природопользование.

Эффективность социальная $E_{\text{соц}}$:

$$E_{\text{соц}} = \frac{\sum \mathcal{E}_{\text{соц}}}{\sum 3}, \quad (114)$$

где $\sum \mathcal{E}_{\text{соц}}$ – суммарный социальный эффект, представляемый как удовлетворение потребностей населения в природных ресурсах, условиях проживания, жизнедеятельности (в том числе снижение заболеваемости по экологическому фактору, снижение миграции населения и т. д.).

Интегральные показатели эффективности внедрения результатов исследований и разработок.

Коэффициент экологического признания:

$$K_{\text{экол}} = \frac{Q_{\text{экол}}}{Q_{\text{общ}}}, \quad (115)$$

где $Q_{\text{экол}}$ – количество положительных мнений при анкетировании потребителей разработок с целью достижения экологического эффекта; $Q_{\text{общ}}$ – общее количество мнений (общее количество анкетированных).

Коэффициент востребованности исследований и разработок с экологическим эффектом:

$$K_{\text{востр}} = \frac{Q_{\text{вн}}}{\sum Q_{\text{разр}}}, \quad (116)$$

где $Q_{\text{вн}}$ – количество внедренных результатов исследований и разработок с экологическим эффектом; $\sum Q_{\text{разр}}$ – общее количество разработок такого профиля.

Коэффициент ресурсоемкости технических и технологических решений, разработок:

$$K_p = \frac{P_{p.емк}}{\sum P}, \quad (117)$$

где $P_{p.емк}$ – количество разработок по показателю ресурсоемкости технологических процессов, не уступающих лучшим достижениям отечественных и зарубежных научных разработок в сфере рационального природопользования; $\sum P$ – общее количество научных разработок, направленных на обеспечение рационального природопользования.

Коэффициент ресурсоемкости продукции, услуг:

$$K_{пр} = \frac{P_1}{\sum P_1}, \quad (118)$$

где P_1 – количество научных разработок, удовлетворяющих требованиям лучших достижений отечественных и зарубежных научных разработок по снижению ресурсоемкости продукции или превосходящих их; $\sum P_1$ – общее количество научных разработок, направленных на снижение ресурсоемкости продукции.

Коэффициент энергоемкости продукции:

$$K_{энер} = \frac{P_2}{\sum P_2}, \quad (119)$$

где P_2 – количество научных разработок, удовлетворяющих требованиям лучших (передовых) достижений отечественных и зарубежных научных разработок или превосходящих их; $\sum P_2$ – общее количество научных разработок, направленных на снижение энергоемкости продукции.

Заключение

Существующая практика природопользования в стране, характеризующаяся нарушением пропорций в масштабах использования (пользования) и воспроизводства свойств, качеств природных ресурсов и объектов, а также необходимость организации природопользования в экстремальных условиях приводят к формированию экологических зон, регионов с неблагоприятными условиями, иногда опасными для жизнедеятельности человека. Стремление приспособиться к условиям природных ресурсов и объектов, отличающихся от оптимальных, ведет к заметному негативному воздействию на элементы экосистемы, а в ряде случаев к их деградации.

Таким образом, формируются зоны чрезвычайной экологической обстановки и даже экологического бедствия, требующие осуществления целенаправленных мер по оптимизации взаимодействия в системе «человек (общество) – природная среда». Имеющие место в настоящее время подходы к решению этой сложной проблемы сводятся в основном к попытке ликвидировать или минимизировать уже нанесенный ущерб. Причем так называемая практика охраны окружающей среды (авторы считают, что существует объективная необходимость трактовать это как охрану окружающей природной среды, ибо окружающая среда во многом сформирована в результате антропогенной деятельности, она неудовлетворительна, ее не надо сохранять, охранять в таком виде, ее надо улучшать, а в ряде случаев восстанавливать) малоэффективна во всех отношениях, так как базируется на принципах «очистой технологии», т. е. сначала «получить» выбросы, сбросы, организовать хранение отходов, а потом пытаться их очистить. Очевидно, что очистить их на 100% никогда не удастся, поэтому необходим переход на концепцию максимального предупреждения негативного воздействия в самом

процессе природоэксплуатации, системно во времени и в пространстве.

Сложившееся мнение, что на эти цели нет или недостаточно ресурсов, несостоятельно с точки зрения как теории, так и практики, поскольку это оправдывает иждивенческий подход к использованию природно-ресурсного потенциала.

В работе на основе анализа названных проблем в условиях старопромышленного региона с большой нагрузкой на экосистему прослеживается процесс формирования зон чрезвычайной экологической обстановки и крупных негативных последствий для его объектов природопользования, отнесенных к экстремальным объектам, условиям.

Авторы представляют способы решения проблемы оптимизации природопользования, особенно в зонах, на объектах, отнесенных к экстремальным, на основе принципов рентного природопользования. Проведенные нами ранее исследования убедительно подтверждают объективность этого единственно возможного подхода, когда за счет части выгоды, получаемой при эксплуатации природных ресурсов и объектов, должны формироваться необходимые ресурсы и реализовываться предупредительные природоохранные мероприятия в ходе самого процесса природопользования, без оставления «на потом».

Библиографический список

1. *Акимова Т. А., Кузьмин А. П., Хаскин В. В.* Экология. Природа – человек – техника : учеб. для вузов. М. : Юнити-Дана, 2001.

2. *Асамов Х.* Пути сокращения ущерба от землетрясений и ускоренной ликвидации их последствий. Ташкент : ФАН, 1983.

3. *Баллонов М. И., Бархударов Р. М., Голиков В. Я. и др.* Разработка методических рекомендаций по оптимизации защитных и восстановительных мероприятий после ядерных аварий. М. : РНКРЗ, 1994.

4. *Белкин В. Н., Бушуева Г. А., Волобуев П. В. и др.* Критерии и составляющие ущерба, нанесенного Уральскому региону радиационными инцидентами на ПО «Маяк» // Урал атомный, Урал промышленный : материалы IV симпозиума. Екатеринбург : УрО РАН, 1996.

5. *Бушуева Г. А.* Математическая зависимость для оценки экономического ущерба, связанного с заболеваемостью и другими нарушениями здоровья населения. Свердловск : Межотраслевой центр НТИИП, 1985. Информ. мат. № 20.

6. *Быков А. А., Кудрявцев Г. И.* Управление риском : оценка натурального и экономического ущерба для здоровья от техногенных воздействий // Проблемы региональной экологии. 1998. № 3.

7. *Власова Е. Я.* Экология урбанизированных территорий. Екатеринбург : [Изд-во Урал. гос. экон. ун-та], 2007.

8. *Возняк В. Я.* Чернобыль : возвращение к жизни (реабилитация радиоактивно загрязненных территорий). М. : МП «Москомплекс», 1993.

9. *Возняк В. Я., Фейтельман Н. Г., Арбатова А. А. и др.* Экологическое оздоровление экономики. М., 1994.

10. *Волобуев П. В., Штинов Н. А., Козлова Н. И.* Сбор, систематизация и анализ архивных материалов : отчет (I этап) по

теме «Оценка ущерба, нанесенного региону в результате деятельности ПО „Маяк“». Екатеринбург : ИПЭ УрО РАН, 1998.

11. *Вода России. Водно-ресурсный потенциал* / под науч. ред. А. М. Черняева ; ФГУП РосНИИВХ. Екатеринбург : Изд-во «Аква-Пресс», 2000.

12. *Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды*. М. : Экономика, 1986.

13. *Геоэкология и природопользование : понятийно-терминолог. слов.* / [авт.-сост. В. В. Козин, В. А. Петровский]. Смоленск : Ойкумена, 2005.

14. *Горский В. Г., Моткин Г. А., Швецова-Шиловская Т. Н., Курочкин В. К. Что такое риск? // Теория и практика экологического страхования* : тр. I Всерос. конф. М., 1995.

15. *Горский В. Г., Швецова-Шиловская Т. Н., Плющ О. П., Григорьев В. С. Квалиметрическое моделирование как основа страхования при чрезвычайных экологических ситуациях // Теория и практика экологического страхования* : тр. I Всерос. конф. М., 1995.

16. *Горшков В. А. Предотвращение загрязнения поверхностных вод шахтными водами* : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Пермь, 1995.

17. *Горячева Л. В. Экономическая оценка экологического риска для здоровья населения (на примере ПО «Маяк»)* : дис. ... канд. экон. наук. Екатеринбург, 2000.

18. *Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды и влияния факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области в 2011 г.»* / М-во природных ресурсов Свердл. обл. Екатеринбург, 2012.

19. *Гузев М. М. Ранжирование экологически опасных территорий // Поволжский экон. вестн.* 1996. Вып. 4.

20. *Диденко Н. Н. Нижний Тагил : чрезвычайная экологическая ситуация // Экология городов.* 1995. № 5.

21. *Гусев А. А., Козьменко С. Н., Козьменко О. В. Чрезвычайные ситуации : экономический ущерб и инвестиции в предупреждение // Экономика и мат. методы.* 2000. Т. 36, вып. 1.

22. *Гофман К. Г., Гусев А. А.* Экологические издержки и концепция экономического оптимума качества окружающей среды // Экономика и мат. методы. 1981. Т. 17, вып. 3.
23. *Даванков А. Ю.* Социально-экономические аспекты развития радиационно загрязненных территорий Челябинской области. Екатеринбург : УрО РАН, 1996.
24. *Катастрофы и общество* / Центр стратег. исследований гражд. защиты МЧС. М. : ООО «Контакт-Культура», 2000.
25. *Кенуорси Л.* Как убедить предприятия уменьшить количество промышленных отходов : рук-во для граждан. М. : ИНФОРМ РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1995.
26. *Кофф Г. Л., Гусев А. А., Воробьев Ю. Л., Козьменко С. Н.* Оценка последствий чрезвычайных ситуаций. М. : РЭФИА, 1997.
27. *Кофф Г. Л., Гусев А. А., Козьменко С. Н.* Экономическая оценка последствий катастрофических землетрясений. М. : ВНИИЦ, 1996.
28. *Кофф Г. Л., Кенжебаев Е. Т., Лобацкая Р. М. и др.* Анализ макросейсмических данных для уменьшения ущерба от землетрясения. М., 1992.
29. *Козлова Н. И.* Социально-экономические проблемы оценки ущерба от радиационной чрезвычайной ситуации. Курган : [Изд-во Курган. гос. ун-та], 2004.
30. *Косошкин К. Б.* Проблемы определения ущерба от техногенных катастроф в современных условиях // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 6 : Экономика. 1995. № 3.
31. *Критерии* оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия (приложения) // Зеленый мир. 1994. № 11–14.
32. *Кулагина Э. Н.* Ориентировочный расчет экономического эффекта сохранения жизни человека // Сов. здравоохранение. 1982. № 2.
33. *Лукьянчиков Н. Н., Потравный И. М.* Экономика и организация природопользования : учебник. М. : Юнити-Дана, 2010.
34. *Ляпина А. А.* Проблема затратообразования в условиях загрязненной окружающей среды // Ломоносов-96 : тез. докл. Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов. М., 1996.

35. *Ляпина А. А.* Учет вынужденных затрат в динамической межотраслевой модели // Экономика и технология : межвуз. сб. науч. тр. М., 1994. Вып. 2.

36. *Львовская К. Б.* Учет экологических факторов в моделях народнохозяйственного прогнозирования : дис. ... канд. экон. наук. М., 1983.

37. *Методические* рекомендации «Анализ последствий влияния неблагоприятных условий труда и промышленных загрязнений окружающей среды на здоровье человека и экономической эффективности профилактических мероприятий» (утв. М-вом здравоохранения СССР). М., 1988.

38. *Методические* рекомендации по организации и прогнозированию социально-экономических последствий ЧС / под ред. Ю. Л. Воробьева. М. : ВНИИ ГОЧС, 2001.

39. *Методические* рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. М. : Информэлектро, 1994.

40. *Методические* указания по оценке и возмещению вреда, нанесенного окружающей природной среде в результате экологических правонарушений (утв. приказом Госкомэкологии России от 14.05.1998 № 295).

41. *Методические* указания по проведению анализа риска опасных промышленных объектов. М. : НТЦ «Промышленная безопасность», 1996.

42. *Методы* оценки экологического ущерба и затрат на его компенсацию на военных объектах / [Н. П. Тихомиров, В. Е. Телентинов] // Обзорная информация. Экономика природопользования. М. : ВИНТИ, 1998. № 5.

43. *Моткин Г. А.* Экономическая теория природопользования и охраны окружающей среды (лекции теоретической систематики). М. : Ин-т проблем рынка РАН, 2009.

44. *Нормативно-правовое* регулирование возмещения ущерба и социальной реабилитации населения в районах, подвергшихся радиационному заражению / [В. Н. Лексин, А. И. Ситников, А. Н. Швецов] // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. М. : ВИНТИ, 1993. № 6.

45. *О демографической обстановке в Свердловской области и некоторых факторах, определяющих ее неблагоприятное состояние* : стат. сб. Свердловск : Госкомстат РСФСР, 1991.

46. *О разработке методики определения экономического ущерба, нанесенного земельным и растительным ресурсам* / [Е. А. Силкин, Н. И. Усанова, Н. А. Бережная] // Социально-экономические проблемы становления и развития рыночной экономики : тез. докл. итог. науч.-практ. конф. Казань : [Изд-во Казан. фин.-экон. ин-та], 1998.

47. *О федеральной целевой программе по оздоровлению окружающей среды и населения Нижнего Тагила Свердловской области на период до 2000 г.* : постановление Правительства РФ от 03.05.1995 № 452.

48. *Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций* (утв. постановлением Правительства РФ от 05.11.1995 № 1113).

49. *Положение о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера* (утв. постановлением Правительства РФ от 13.09.1996 № 1094).

50. *Порядок определения величины экономического ущерба от вреда, причиненного здоровью граждан Свердловской области экологическими и санитарными правонарушениями* : постановление главы администрации Свердл. обл. от 29.09.1994 № 487.

51. *Последствия техногенного радиационного воздействия и проблемы реабилитации Уральского региона* / под ред. С. К. Шойгу. М. : Изд-во «Комтехпринт», 2002.

52. *Принципы и методы экономической оценки ущерба, вызываемого уничтожением основных элементов биоты* / [О. Б. Медведева, А. В. Шевчук] // Использование и охрана природных ресурсов России. 1988. № 10–12.

53. *Реймерс Н. Ф.* Природопользование : слов.-справ. М. : Мысль, 1990.

54. *Шахов И. С.* Водные ресурсы и их рациональное использование. Екатеринбург, 2000.

55. *Экология войны* (ист. факты, прогнозы и версии) / [Р. Г. Мамин]. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Экономика, 2011.

56. *Экологические риски : оценка и механизм страхования* / Я. Я. Яндыганов, А. А. Козицын, А. А. Носов [и др.]. Екатеринбург : [Изд-во Урал. гос. экон. ун-та], 2002.

57. *Яндыганов Я. Я., Диденко Н. Н., Петров Н. А. Экологическая программа старопромышленного города* : [науч. изд.]. Екатеринбург : [Изд-во Урал. гос. экон. ун-та], 1995.

58. *Яндыганов Я. Я. Экологическое предпринимательство в регионе (проблемы, перспективы, эффективность)*. Екатеринбург : [Изд-во Урал. гос. экон. ун-та], 1998.

59. *Яндыганов Я. Я., Власова Е. Я., Васильева Л. Д. Оздоровление окружающей среды и развитие экологической культуры // Стратегия развития крупнейшего города : взгляд в будущее (науч.-метод. подход) / под ред. Е. Г. Анимицы, В. С. Бочко*. Екатеринбург, 2003.

60. *Яндыганов Я. Я., Власова Е. Я., Буланчиков В. А., Ибатуллин У. Г. Экологическая безопасность региона. Аспекты управления*. Екатеринбург : Изд-во АМБ, 2008.

61. *Яндыганов Я. Я., Власова Е. Я. Природно-ресурсная рента : экономическая база рационального природопользования*. Екатеринбург : [Изд-во Урал. гос. экон. ун-та], 2011.

62. *Яндыганов Я. Я., Власова Е. Я. Эколого-экономическое эссе (аспекты : регион, предприятия)*. Екатеринбург : Изд-во АМБ, 2012.

Приложение 1

Сведения о водоотливе (шахтном, карьерном и из скважин вертикального дренажа) по субъектам Российской Федерации на 01.01.1997, тыс. м³/сут [11]

Субъект РФ ¹	Количество извлеченной воды				Количество использованной воды	Сброс воды без использования
	Всего	Шахтный водоотлив	Карьерный водоотлив	Из скважин вертикального дренажа		
1	2	3	4	5	6	7
Республика Алтай ²	1,4	1,4	—	—	—	1,4
Республика Башкортостан	27,0	2,8	24,2	—	—	27,0
Республика Бурятия	258,7	246,3	12,4	—	—	258,7
Кабардино-Балкарская Республика	0,2	0,2	—	—	—	0,2
Республика Карелия	1,6	1,6	—	—	—	1,6
Республика Коми	114,0	114,0	—	—	—	114,0
Республика Хакасия	60,2	294,0	30,8	—	17,6	42,6
Алтайский край ²	12,3	10,4	—	1,9	—	12,3
Красноярский край	8,7	8,7	—	—	—	8,7
Приморский край ²	94,0	59,5	34,5	—	4,8	89,2
Хабаровский край	72,8	72,8	—	—	3,8	69,0
Амурская область	113,6	—	113,6	—	—	113,6
Архангельская область	29,6	—	29,6	—	—	29,6
Белгородская область	269,7	6,6	263,1	—	264,8	4,9
Вологодская область	23,7	—	23,7	—	—	23,7
Воронежская область	21,0	—	21,0	—	21,0	—
Иркутская область	105,2	0,3	104,9	—	15,9	89,3
Калининградская область	24,0	—	24,0	—	—	24,0
Кемеровская область ²	1 019,0	729,9	278,7	10,4	216,0	803,0
Курганская область ²	0,8	0,8	—	—	—	0,8
Курская область	64,5	—	—	64,5	44,2	20,3
Ленинградская область ²	110,9	72,8	21,8	16,3	11,0	99,9
Липецкая область	70,2	—	—	70,2	70,2	—
Магаданская область	1,8	1,8	—	—	—	1,8
Московская область ³	273,0	183,0	90,0	—	—	273,0
Мурманская область	358,6	291,4	67,2	—	3,6	355,0
Нижегородская область ²	9,9	9,9	—	—	—	9,9
Новгородская область	13,5	—	13,5	—	—	13,5

Окончание прил. 1

Субъект РФ ¹	Количество извлеченной воды				Количество использованной воды	Сброс воды без использования
	Всего	Шахтный водоотлив	Карьерный водоотлив	Из скважин вертикального дренажа		
1	2	3	4	5	6	7
Пермская область ²	225,9	225,9	—	—	—	225,9
Псковская область	9,0	—	9,0	—	—	9,0
Ростовская область	273,5	273,5	—	—	48,5	225,0
Рязанская область	46,0	—	46,0	—	0,3	45,7
Свердловская область	657,2	421,8	168,4	67,0	65,8	591,4
Смоленская область	20,3	20,3	—	—	—	20,3
Тверская область	37,1	37,0	—	—	0,3	36,8
Тульская область	204,9	188,2	16,7	—	—	204,9
Ульяновская область ²	65,2	—	—	65,2	52,8	12,4
Челябинская область ²	486,6	229,9	256,7	—	62,1	424,5
Читинская область	123,9	65,5	58,4	—	41,5	82,4
Еврейская автономная область	3,3	3,3	—	—	2,0	1,3
Таймырский автономный округ ²	21,5	21,5	—	—	17,5	4,0
Чукотский автономный округ	0,3	0,3	—	—	0,1	0,2
<i>Всего по РФ</i>	<i>5 334,6</i>	<i>3 330,9</i>	<i>1 708,2</i>	<i>295,5</i>	<i>963,8</i>	<i>4 370,8</i>

Примечания.

¹ В таблицу не включены те субъекты Российской Федерации, где водоотлив из горных выработок практически отсутствует либо сведения о нем недостоверны.

² Приведены данные на 01.01.1996, по Курганской и Ульяновской областям – на 01.01.1995.

³ В графе 3 приведены сводные данные по водоотливу Московского метро за 1994 г., в графе 4 – сводные данные по карьерам Московской области за тот же период.

Приложение 2

Инструментарий расчета параметрических характеристик экологического страхования при аварийном загрязнении атмосферного воздуха [43]

Общая часть

1. С помощью разработанного инструментария устанавливается порядок оценки негативного воздействия на население, хозяйственные объекты и территорию атмосферного загрязнения, произошедшего вследствие аварий и техногенных катастроф на предприятиях, в организациях, учреждениях, а также других чрезвычайных событий.

2. Инструментарий позволяет рассчитать величину экономического ущерба, образуемого у реципиентов из-за аварийного загрязнения атмосферного воздуха.

3. Инструментарий позволяет дать как ретроспективную оценку последствий аварии, связанных с загрязнением атмосферного воздуха, так и прогноз экономического ущерба от возможных аварий в будущем.

4. Инструментарий разработан в соответствии с общепризнанными методическими подходами к оценке экономического ущерба с учетом Международных стандартов в области охраны окружающей среды серии ИСО 14000 и Стандартов системы управления окружающей средой ГОСТ Р ИСО¹.

Инструментарий определения аварийного загрязнения атмосферного воздуха

Аварийным выбросом i -го вредного вещества (M_i) в атмосферу считается масса фактического выброса, при котором хотя бы по одному (i -му) вредному веществу выполняется хотя бы один раз хотя бы одно из неравенств:

¹ Стандарты системы управления окружающей средой ГОСТ Р ИСО 19011-2003 «Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и/или систем экологического менеджмента».

- 1) m_i (факт-24 часа) $\geq k_i$ ПДВ $_i$ (год);
- 2) m_i (факт-7 суток) $\geq k_i$ ПДВ $_i$ (год);
- 3) m_i (факт-30 суток) $\geq k_i$ ПДВ $_i$ (год),

где m_i (факт-24 часа) – фактическая масса выброса i -го вредного вещества за любые 24 последовательных часа, т; k_i – кратность превышения значения предельно допустимого выброса i -го вредного вещества за год (значения коэффициента k_i приведены в табл. 2.1); ПДВ $_i$ (год) – значение предельно допустимого выброса i -го вредного вещества за год, т; m_i (факт-7 суток) – фактическая масса выброса i -го вредного вещества за любые 7 последовательных суток, т; m_i (факт-30 суток) – фактическая масса выброса i -го вредного вещества за любые 30 последовательных суток, т.

При отсутствии данных о фактической массе выброса i -го вредного вещества за любые 24 последовательных часа, за 7 и 30 последовательных суток аварийным выбросом i -го вредного вещества в атмосферу считается масса фактического выброса, при котором выполняется неравенство:

$$4) m_i \text{ (факт-год)} \geq k_i \text{ ПДВ}_i \text{ (год)},$$

где m_i (факт-год) – фактическая масса выброса i -го вредного вещества за год, т.

Т а б л и ц а 2.1

Значения коэффициента k_i для некоторых вредных веществ, поступающих в атмосферу

Вредное вещество	Период	k_i	Вредное вещество	Период	k_i
SO ₂	24 часа	0,03	Оксиды мышьяка	24 часа	0,002
	Год	1,4		Год	0,04
H ₂ S	24 часа	0,01	Оксид цинка	24 часа	0,06
	Год	0,6		Год	0,9
CO ₂	24 часа	0,3	Никель и его окислы	24 часа	0,4
	Год	15,6		Год	0,9
NO _x	24 часа	0,01	Кобальт металлический, окись кобальта	24 часа	0,03
	Год	0,6		Год	0,2
Оксиды азота в пересчете по массе на NO ₂	24 часа	0,02	Марганец и его окислы в пересчете на Mn	24 часа	0,7
	Год	0,5		Год	1,4

Окончание табл. 2.1

Вредное вещество	Период	k_i	Вредное вещество	Период	k_i
Пыль	24 часа	0,02	Неорганические соединения шестивалентного хрома по CrO_3	24 часа	0,9
	Год	0,9		Год	1,8
Фенол	24 часа	0,001	Пятиокись ванадия (пыль)	24 часа	0,07
	Год	0,06		Год	0,8
Ацетальдегид	24 часа	0,007	Хлор молекулярный	24 часа	0,007
	Год	0,08		Год	0,08
Метилмеркаптан	24 часа	0,005	Древесная пыль	24 часа	1,9
	Год	0,07		Год	4,8
Ацетон	24 часа	0,07	Сажа без примесей	24 часа	2,77
	Год	0,8		Год	5,8
Летучие низкомолекулярные углеводороды (пары жидких топлив и др.)	24 часа	1,4	Окислы натрия, магния, кальция, железа, стронция, молибдена, вольфрама, висмута	24 часа	0,1
	Год	2,3		Год	0,9
Аммиак	24 часа	0,09	Двуокись кремния	24 часа	4,0
	Год	0,5		Год	8,3
Серная кислота	24 часа	0,007	Пары плавиковой кислоты и другие газообразные соединения фтора	24 часа	0,04
	Год	0,08		Год	0,2
Неорганические соединения свинца по Pb	24 часа	0,04	Цианистый водород	24 часа	0,008
	Год	0,2		Год	0,09
Неорганические соединения ртути по Hg	24 часа	0,005	3,4-бензпирен	24 часа	2,7
	Год	0,06		Год	3,5

Приложение 3

Инструментарий оценки риска аварийного загрязнения атмосферного воздуха [43]

1. Общие положения оценки экологического риска

Оценка экологического риска R проводится для разных сценариев загрязнения окружающей среды по формуле

$$R = \sum_{i,j} (P, Y)_{i,j}, \quad (3.1)$$

где P – вероятность причинения экономического ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды; Y – величина экономического ущерба; i – индекс, относящийся к процессу и последствиям загрязнения; j – индекс, относящийся к рассматриваемому сценарию загрязнения.

2. Сценарии аварийного загрязнения атмосферного воздуха

Аварийное загрязнение атмосферного воздуха описывается следующими сценариями:

(А) аварийное загрязнение атмосферного воздуха организованными выбросами от стационарных источников;

(Б) аварийное загрязнение атмосферного воздуха неорганизованными выбросами от стационарных источников;

(В) аварийное загрязнение атмосферного воздуха передвижными источниками.

По первому (А) и второму (Б) сценариям ситуация может развиваться в двух направлениях: (1) отсутствие аварии и (2) наличие аварии.

По каждому (за исключением В) сценарию аварийное загрязнение воздуха происходит в результате (а) аварийного загрязнения окружающей среды, характеризующегося аварийным экологическим риском, и (б) систематического загрязнения окружающей среды, характеризующегося систематическим экологическим риском.

По третьему сценарию (В) аварийное загрязнение атмосферного воздуха может происходить только в результате (а) аварийного загрязнения окружающей среды.

3. Оценка вероятности аварийного загрязнения атмосферного воздуха по различным сценариям

Вероятность причинения экономического ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды по различным сценариям определяется по формуле

$$p_l = \frac{\sum_{\tau} \beta_{\tau l} \times \varphi_{\tau l}}{\sum_{\tau} \beta_{\tau} \times \varphi_{\tau \max}} \leq 1, \quad (3.2)$$

где β_{τ} – степень влияния фактора τ на вероятность причинения экономического ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды, безразмерный показатель; $\beta_{\tau l}$ – степень влияния фактора τ на вероятность причинения экономического ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды при l -м сценарии, безразмерный; $\varphi_{\tau l}$ – индивидуальный балл влияния фактора τ на вероятность причинения экономического ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды при l -м сценарии, безразмерный; $\varphi_{\tau \max}$ – максимально возможное значение индивидуального балла влияния фактора τ на вероятность причинения экономического ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды при любом сценарии, безразмерный.

Максимальный индивидуальный балл $\varphi_{\tau \max}$ влияния фактора τ на вероятность загрязнения атмосферного воздуха при любом сценарии имеет значение 4 для любого из всех τ факторов, так как последовательность состояний каждого фактора оценивается по четырехбалльной шкале влияния.

$$\varphi_{\tau l} = 5 - x_{\tau l} = 4 - 1, \quad (3.3)$$

где $x_{\tau l}$ – номер класса оценочной матрицы факторов, которому соответствует l -й сценарий и τ фактор, задается таблично.

Приложение 4

Инструментарий определения экономического ущерба, причиняемого реципиентам аварийным загрязнением атмосферного воздуха [43]

1. Оценка экономического ущерба от аварийного загрязнения атмосферного воздуха для случая, когда масса аварийного выброса i -го вредного вещества (M_i) в атмосферу больше или равна значению предельно допустимого выброса i -го вредного вещества (ПДВ $_i$) за год, осуществляется по формуле

$$Y = \gamma f \sum_{j=1}^J \delta_j \times \beta_j \sum_{i=1}^I M_i a_i \quad (4.1)$$

при $M_i \geq \text{ПДВ}_i$,

где Y – экономический ущерб, причиняемый реципиентам в результате аварийного или несанкционированного загрязнения атмосферы, р.; γ – константа¹, численное значение которой устанавливается с учетом индекса инфляции, р./т; f – поправка (безразмерная), учитывающая характер рассеивания вредных веществ в атмосфере (см. п. 1б); δ_j – коэффициент (безразмерный) относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха над территориями различного типа j , зависящий от различной степени устойчивости реципиентов к загрязнению атмосферы и ассимиляционного потенциала территории (табл. 4.1); β_j – доля j -го типа территории в зоне аварийного загрязнения (ЗАЗ) (см. п. 1а), $\beta_j \geq 1$; a_i – показатель (безразмерный) относительной агрессивности i -го вредного вещества (см. п. 1в) (табл. 4.2).

¹ Для 2007 г. она равнялась 9 072 р./т. Для корректировки 2006–2007 гг. был использован коэффициент, установленный Федеральным законом «О федеральном бюджете на 2006 г.», в ст. 19 которого нормативы платы за негативное воздействие на окружающую среду, установленные в 2005 г., применяются с коэффициентом 1,08.

1а. Расчет площади зоны аварийного загрязнения (ЗАЗ) определяется с использованием картографических материалов следующим образом.

Площадь ЗАЗ для организованных источников выбросов, имеющих высоту h меньше 10 м, определяется как площадь круга с центром в точке расположения источника и с радиусом $50h$.

Площадь ЗАЗ для организованных источников выбросов, имеющих высоту h больше 10 м, определяется как площадь кольца, заключенного между окружностями с радиусами $r = 2\mu h$ и $r = 20\mu h$, где μ – безразмерная поправка на подъем выбросов в атмосфере, определяемая по формуле $\mu = 1 + \Delta T/750$ °C (ΔT – среднее за отчетный период или в момент аварии значение разности температур в устье источника выброса и в окружающей атмосфере на уровне устья, °C).

Для низких неорганизованных источников принимается, что ЗАЗ представляет собой территорию внутри замкнутой кривой, проведенной вокруг источника так, что расстояние от любой точки этой кривой до ближайшей точки на границе контура неорганизованного источника равно 1 км, а для высоких неорганизованных источников это расстояние равно $20h$.

1б. Поправка f , учитывающая характер рассеивания примеси в атмосфере, определяется следующим образом:

- для газообразных примесей и легких мелкодисперсных частиц с очень малой скоростью оседания (меньше 1 см/с):

$$f = (100/(100 + \mu h))(4/(1 + u)), \quad (4.2)$$

где u – среднее за рассматриваемый отрезок времени значение скорости ветра на уровне флюгера, м/с. При отсутствии данных принимается равным 3;

- для частиц, оседающих со скоростью от 1 до 20 м/с:

$$f = (1000/(60 + \mu h))^{1/2}(4/(1 + u)); \quad (4.3)$$

- для частиц, оседающих со скоростью свыше 20 м/с, принимается $f = 10$.

При отсутствии данных о дифференциации примесей по приведенному признаку используются следующие допущения:

- при фактической степени очистки (улавливания), равной или более 90%, применяется формула (4.2);

- при степени очистки, равной или большей 70%, но меньше 90%, а также при горении жидкого и газообразного топлива, не сопровождающемся быстрой конденсацией частиц – формула (4.3);

- при степени очистки меньше 70%, при выбросе частиц одновременно с парами воды или других веществ, сопровождающемся быстрой конденсацией, принимается $f = 10$.

1в. Показатель относительной агрессивности i -го вредного вещества a_i определяется в сравнении с сернистым ангидридом по формуле

$$a_i = \left[\frac{\text{ПДК}_{\text{сут}}(\text{SO}_2) \times \text{ПДК}_{\text{раб.зоны}}(\text{SO}_2)}{\text{ПДК}_{i \text{ сут}} \times \text{ПДК}_{i \text{ раб.зоны}}} \right]^{1/2}. \quad (4.4)$$

2. Оценка экономического ущерба от аварийного или несанкционированного загрязнения атмосферного воздуха для случая, когда масса годового фактического поступления i -го вредного вещества (m_i) в атмосферу за вычетом объема аварийных выбросов больше или равна кратному значению предельно допустимого выброса (ПДВ_{*i*}) за год, осуществляется по формуле

$$Y = \gamma f \sum_{j=1}^j \delta_j \times \beta_j \sum_{i=1}^i \left[a_i \times \left(m_i - k_i \text{ПДВ}_i - \sum_{i=1}^i M_i \right) \right] \quad (4.5)$$

при $\left(m_i - \sum_{i=1}^i M_i \right) \geq k_i \text{ПДВ}_i,$

где k_i – кратность превышения значения предельно допустимого выброса i -го вредного вещества за год. Значения коэффициента k_i приведены в табл. 2.1.

Таблица 4.1

**Коэффициент относительной опасности загрязнения δ_j
атмосферного воздуха над территориями различного типа**

Тип загрязняемой территории	δ_j
Территории курортов, санаториев, заповедников, заказников	10
Территории пригородных зон отдыха, садовых и дачных кооперативов и товариществ	8
Территории населенных мест с плотностью населения n чел./га	$(0,1 \text{ га/чел.})n$
Центральные территории городов с численностью населения свыше 300 тыс. чел.	8
Территории промышленных предприятий (включая защитные зоны) и промузлов	4
Леса:	
первая группа	0,2
вторая группа	0,1
третья группа	0,025
Пашни:	
южные зоны (южнее 50° с. ш.)	0,25
Центрально-Черноземный район, Южная Сибирь	0,15
прочие районы	0,1
Сады, виноградники	0,5
Сады и виноградники орошаемые	1,0

Таблица 4.2

**Значения величины относительной агрессивности a_j
для некоторых веществ, загрязняющих атмосферу**

Вредное вещество	a_j
Сернистый ангидрид	1,0
Сероводород	2,5
Серная кислота	2,2
Оксись углерода	0,09
Оксислы азота в пересчете по массе на NO_2	2,5
Аммиак	0,8
Летучие низкомолекулярные углеводороды (пары жидких топлив и др.)	0,3
Ацетон	0,08
Метилмеркаптан	260
Фенол	24
Ацетальдегид	3,1
3,4-бензпирен	$5,7 \cdot 10^4$
Цианистый водород	13

Окончание табл. 4.2

Вредное вещество	a_i
Пары плавиковой кислоты и другие газообразные соединения фтора	45
Хлор молекулярный	4,1
Двуокись кремния	3,1
Сажа без примесей	1,6
Окислы натрия, магния, кальция, железа, стронция, молибдена, вольфрама, висмута	0,6
Древесная пыль	0,7
Пятиокись ванадия (пыль)	22
Неорганические соединения шестивалентного хрома по CrO_3	180
Марганец и его окислы в пересчете на Mn	41
Кобальт металлический, окись кобальта	32
Никель и его окислы	100
Окись цинка	4,4
Окислы мышьяка	29
Неорганические соединения свинца по Pb	410
Неорганические соединения ртути по Hg	410

Приложение 5

Инструментарий расчета параметрических характеристик экологического страхования при аварийном загрязнении водных объектов [43]

Общая часть

1. С помощью разработанного инструментария устанавливается порядок оценки негативного воздействия на население, хозяйственные объекты и территорию загрязненных водных объектов, загрязнение которых произошло вследствие аварий и техногенных катастроф на предприятиях, в организациях, учреждениях, а также других чрезвычайных событий.

2. Инструментарий позволяет рассчитать величину экономического ущерба, образуемого у реципиентов из-за аварийного загрязнения водных объектов.

3. Инструментарий позволяет дать как ретроспективную оценку последствий аварии, связанных с загрязнением водных объектов, так и прогноз экономического ущерба от возможных аварий в будущем.

4. Инструментарий разработан в соответствии с общепризнанными методическими подходами к оценке экономического ущерба с учетом Международных стандартов в области охраны окружающей среды серии ИСО 14000 и Стандартов системы управления окружающей средой ГОСТ Р ИСО¹.

1. Инструментарий определения аварийного загрязнения атмосферного воздуха

Аварийным сбросом i -го вредного вещества (W_i) в водные объекты считается масса фактического сброса, при котором хотя бы по одному (i -му) вредному веществу выполняется хотя бы один раз хотя бы одно из неравенств:

¹ Стандарты системы управления окружающей средой ГОСТ Р ИСО 19011-2003 «Руководящие указания по аудиту систем менеджмента качества и/или систем экологического менеджмента».

- 1) $w_i (\text{факт-24 часа}) \geq r_i \text{ ПДС}_i (\text{год})$;
- 2) $w_i (\text{факт-7 суток}) \geq r_i \text{ ПДС}_i (\text{год})$;
- 3) $w_i (\text{факт-30 суток}) \geq r_i \text{ ПДС}_i (\text{год})$,

где $w_i (\text{факт-24 часа})$ – фактическая масса сброса i -го вредного вещества за любые 24 последовательных часа, т; r_i – кратность превышения значения предельно допустимого сброса i -го вредного вещества за год (табл. 5.1); $\text{ПДС}_i (\text{год})$ – значение предельно допустимого сброса i -го вредного вещества за год, т; $w_i (\text{факт-7 суток})$ – фактическая масса сброса i -го вредного вещества за любые 7 последовательных суток, т; $w_i (\text{факт-30 суток})$ – фактическая масса сброса i -го вредного вещества за любые 30 последовательных суток, т.

При отсутствии данных о фактической массе сброса i -го вредного вещества за любые 24 последовательных часа, за 7 и 30 последовательных суток аварийным сбросом i -го вредного вещества в атмосферу считается масса фактического сброса, при котором выполняется неравенство

$$4) w_i (\text{факт-год}) \geq r_i \text{ ПДС}_i (\text{год}),$$

где $w_i (\text{факт-год})$ – фактическая масса сброса i -го вредного вещества за год, т.

Таблица 5.1

Значения коэффициента r_i для некоторых вредных веществ, поступающих в водные объекты

Вредное вещество	Период	r_i	Вредное вещество	Период	r_i
Взвешенные вещества	24 часа	0,08	Цинк, никель, висмут	24 часа	0,0008
	Год			Год	3,5
Сульфаты, хлориды	24 часа	0,16	Цианиды	24 часа	0,0005
	Год	5,8		Год	3,1
Нитраты, азот	24 часа	0,04	Ртуть, мышьяк, медь	24 часа	0,00005
	Год	5,6		Год	4,2
Фосфаты, фосфор	24 часа	0,01	Детергенты, этилен, метанол	24 часа	0,005
	Год	4,5		Год	4,2
Железо, марганец	24 часа	0,009	Формальдегид, бутиловый спирт	24 часа	0,0001
	Год	4,3		Год	3,8
Нитриты	24 часа	0,001	Дихлордибутилолово, диэтилртуть	24 часа	0,00001
	Год	4,0		Год	1,1

II. Инструментарий оценки риска аварийного загрязнения водных объектов

II.1. Общие положения оценки экологического риска

Оценка экологического риска R проводится для разных сценариев загрязнения окружающей среды по формуле

$$R = \sum_{i,j} (P, Y)_{i,j}, \quad (5.1)$$

где P – вероятность причинения экономического ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды; Y – величина экономического ущерба; i – индекс, относящийся к процессу и последствиям загрязнения; j – индекс, относящийся к рассматриваемому сценарию загрязнения.

II.2. Сценарии аварийного загрязнения водных объектов

Аварийное загрязнение водных объектов описывается следующими сценариями:

(А) аварийное загрязнение водных объектов организованными выбросами от стационарных источников;

(Б) аварийное загрязнение водных объектов неорганизованными выбросами от стационарных источников;

(В) аварийное загрязнение водных объектов передвижными источниками;

(Г) аварийное загрязнение водных объектов в результате паводков и наводнений.

По первому (А) и второму (Б) сценариям ситуация может развиваться в двух направлениях: (1) отсутствие аварии и (2) наличие аварии.

По каждому (за исключением Г) сценарию аварийное загрязнение водных объектов происходит в результате (а) аварийного загрязнения окружающей среды, характеризующегося аварийным экологическим риском, и (б) систематического загрязнения окружающей среды, характеризующегося систематическим экологическим риском.

По четвертому сценарию (Г) аварийное загрязнение водных объектов может происходить только в результате (а) аварийного загрязнения окружающей среды.

II.2. Оценка вероятности аварийного загрязнения водных объектов по различным сценариям

Вероятность аварийного загрязнения водных объектов по различным сценариям определяется по формуле

$$p_l = \frac{\sum_{\tau} \beta_{\tau l} \times \varphi_{\tau l}}{\sum_{\tau} \beta_{\tau} \times \varphi_{\tau \max}} \leq 1, \quad (5.2)$$

где β_{τ} – степень влияния фактора τ на вероятность загрязнения водных объектов, безразмерный показатель; $\beta_{\tau l}$ – степень влияния фактора τ на вероятность загрязнения водных объектов при l -м сценарии, безразмерный; $\varphi_{\tau l}$ – индивидуальный балл влияния фактора τ на вероятность загрязнения водных объектов при l -м сценарии, безразмерный; $\varphi_{\tau \max}$ – максимально возможное значение индивидуального балла влияния фактора τ на вероятность загрязнения водных объектов при любом сценарии, безразмерный.

Максимальный индивидуальный балл $\varphi_{\tau \max}$ влияния фактора τ на вероятность загрязнения водных объектов при любом сценарии имеет значение 4 для любого из τ факторов, так как последовательность состояний каждого фактора оценивается по четырехбалльной шкале влияния.

$$\varphi_{\tau l} = 5 - x_{\tau l} = 4 - 1, \quad (5.3)$$

где $x_{\tau l}$ – номер класса оценочной матрицы факторов, которому соответствует l -й сценарий и τ фактор, задается таблично.

III. Инструментарий оценки экономического ущерба, причиняемого реципиентам аварийным загрязнением водных объектов

Оценка экономического ущерба для случая, когда масса аварийного сброса i -го вредного вещества (W_i) в водные объекты больше или равна значению предельно допустимого сброса i -го вредного вещества (ПДС $_i$) за год, осуществляется по формуле

$$Y = \alpha \sum_{i=1}^I A_i \times b_i \times W_i \text{ при } W_i \geq \text{ПДС}_i, \quad (5.4)$$

где α – константа¹, численное значение которой устанавливается с учетом индекса инфляции, р./т; A_i – показатель относительной агрессивности сброса вредных веществ в водные объекты, безразмерный (табл. 5.3); b_i – показатель относительной экологической опасности сброса вредных веществ в водные объекты, безразмерный (табл. 5.2).

Оценка экономического ущерба для случая, когда масса годового фактического поступления i -го вредного вещества (w_i) в водный объект в течение года за вычетом объема аварийного сброса больше или равна кратному объему предельно допустимого выброса (ПДС_{*i*}) за год, осуществляется по формуле

$$Y = \alpha \sum_{i=1}^I \sum_{i=1}^I \left[A_i \times b_i \times \left(w_i - r_i \times \text{ПДВ}_i - \sum_{n=1}^N W_i \right) \right]_j \quad (5.5)$$

при $\left(w_i - \sum_{i=1}^I W_i \right) \geq r_i \text{ПДВ}_i,$

где r_i – кратность превышения значения предельно допустимого сброса i -го вредного вещества за год (см. табл. 5.1).

Таблица 5.2

**Показатели относительной экологической опасности b_i
сброса вредных веществ в водные объекты**

Вредные вещества, сгруппированные по относительной экологической опасности для водных объектов	Класс опасности	b_i
I группа (ПДК > 10 мг/л): сульфаты, хлориды, соли жесткости, Ca ⁺ , Mg ⁺ , взвешенные вещества	4	1

¹ Для 2007 г. она равнялась 13 446 р./т. Для корректировки данного показателя на 2006–2007 гг. был использован коэффициент, установленный Федеральным законом «О федеральном бюджете на 2006 г.», в ст. 19 которого нормативы платы за негативное воздействие на окружающую среду, установленные в 2005 г., применяются с коэффициентом 1,08.

Окончание табл. 5.2

Вредные вещества, сгруппированные по относительной экологической опасности для водных объектов	Класс опасности	b_i
II группа (ПДК = 1,0–9,9 мг/л): органика по БПК _{полн} , органический углерод	4	3
III группа (ПДК = 0,1–0,9 мг/л): железо	4	10
IV группа (ПДК = 0,01–0,09 мг/л): цинк, никель, висмут, свинец, цианиды и др.	2, 3, 4	25
V группа (ПДК = 0,001–0,009 мг/л): фенолы	2, 3, 4	150
VI группа (ПДК < 0,001 мг/л): пестициды, высокотоксичная металлоорганика, бенз(а)пирен, ртуть	1	1 000

Таблица 5.3

**Показатели относительной агрессивности A_i
сброса вредных веществ в водные объекты**

Вещество	A_i	Вещество	A_i
БПК _{полн}	0,33	Взвешенные вещества	0,05
Сульфаты	0,002	Хлориды	0,003
Азот общий	0,1	СПАВ	2,0
Нефть и нефтепродукты	20,0	Медь	100,0
Цинк	100,0	Аммиак	20,0
Мышьяк	20,0	Цианиды	20,0
Стирол	10,0	Формальдегиды	10,0

Классификация современных методов и технических средств предупреждения экстремальной экологической обстановки в основных отраслях экономики

Отрасли промышленности, дающие наибольшее количество вредных отходов	Вредные вещества, поступающие в окружающую среду		Средства труда природоохранного назначения (природоохранное оборудование, объекты, сооружения)				
	в воздушный бассейн	в гидросферу	Уровень эксплуатации оборудования, %	Охрана атмосферы		Охрана гидросферы	
				Вид природоохранного оборудования	Степень очистки, %	Вид природоохранного оборудования	Степень очистки, %
1. Производство электроэнергии на теплоэлектростанциях	Сернистые и азотистые окислы, сажа, зола	Большие объемы воды с высокой температурой, растворенные и нерастворенные частицы	100	Электрофильтры, циклонно-пенные скрубберы, циклоны	93–98	Механическая очистка (песколовки, решетки, горизонтальные и радиальные отстойники)	60–98
2. Черная металлургия	Сернистый газ, триоксид железа, окись углерода, пары Hg, Pb, Sb, P, As, цианистый водород	Токсичные кислоты, щелочи, руда, кокс, известняк, частицы песка, глины, угля	100	Рукавные фильтры, циклоны	88–99,9	Биологическая очистка (септики, двухъярусные отстойники, биологические фильтры, очистные пруды, циклонные печи (реакторы))	70–95
3. Цветная металлургия	Газообразные и пылевидные фтористые соединения, As, Pb, Hg, другие токсичные вещества	Стоки с низким значением pH, растворенные и нерастворенные вещества в стоках	100	Абсорберы, рукавные фильтры, пылеосадительные камеры	94–98	Биологическая очистка	75–95

Отрасли промышленности, дающие наибольшее количество вредных отходов	Вредные вещества, поступающие в окружающую среду		Средства труда природоохранного назначения (природоохранное оборудование, объекты, сооружения)				
	в воздушный бассейн	в гидросферу	Уровень эксплуатации оборудования, %	Охрана атмосферы		Охрана гидросферы	
				Вид природоохранного оборудования	Степень очистки, %	Вид природоохранного оборудования	Степень очистки, %
4. Угольная промышленность	Сернистые и азотистые окислы, гидроуглероды, СО, дым, сажа	Кислоты, фенол, кокс, масла, цианоген, мелкие взвешенные частицы	100	Жалюзийные пыле- и газоуловители	91–97	Сооружения механической очистки	75–95
5. Нефтеперерабатывающая, нефтехимическая промышленность	Углеводороды, стирол, толуол, ацетон, изопрен, реактивные органические вещества	Растворенные соли и сернистые соединения, фенол	100	Установка тонкой очистки газовых выбросов, электрофильтры, циклоны	96–98	Аппараты электролитической и электрохимической флокуляции (химическая и физико-химическая очистка)	96–98
6. Целлюлозно-бумажная промышленность	Меркаптановые пары, твердые частицы	Взвешенные, коллоидальные и растворенные частицы	100	Абсорберы, динамические газопромыватели, рукавные фильтры	96–99	Физико-химическая очистка (аппараты с псевдосжиженным тонкодисперсным активированным углем)	80–90
7. Химическая промышленность	Оксид углерода, окислы азота, сернистый ангидрид, аммиак, H ₂ S, CS ₂ , соединения F	Взвешенные и растворенные минеральные вещества в стоках	100	Мокрые газоочистные аппараты ударно-инерционного действия (ротоклон, циклон с водяной клеенкой, скруббер)	85–96	Физико-химическая очистка (аппараты обратного осмоса и ультра-фильтрации)	90–95
8. Промышленность строительных материалов	Твердые частицы, токсичные газы, пыль, дым		100	Электрофильтры	97–99		

Научное издание

**Яндыганов Яков Яныбаевич,
Власова Екатерина Яковлевна,
Минин Вадим Витальевич,
Козлова Наталия Ивановна**

ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ (проблемы, пути решения)

Под редакцией заслуженного деятеля науки РФ,
профессора Я. Я. Яндыганова

Монография

Редакторы и корректоры *М. В. Баусова, Л. В. Матвеева, Р. Д. Мочалова*

Компьютерный набор и верстка *М. Ю. Ворониной, Н. И. Якимовой*

Поз. 11. Подписано в печать 20.01.2014.

Формат 60 × 84/16. Гарнитура Таймс. Бумага офсетная. Печать плоская.

Уч.-изд. л. 10,8. Усл. печ. л. 14,88. Заказ Тираж 500 экз.

Издательство Уральского государственного экономического университета
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии АМБ

620026, г. Екатеринбург, ул. Розы Люксембург, 59

(343) 251-65-91, 229-53-94, 251-65-95