

Абдурасулов И., Саидаминов И.А., Токтолатов З.Н.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

При осуществлении государственной природоохранной политики в нашей стране, практически единственным способом регулирования качества различных объектов окружающей среды являются гигиенические нормативы. Они разработаны с учетом того, что при их соблюдении не должны наблюдаться изменения в состоянии здоровья не только настоящего, но будущих поколений. За последние годы возникло понимание того, что традиционно сложившийся и законодательно закрепленный акцент на установление и использование гигиенических нормативов для управления качеством окружающей среды без разработки методов углубленной количественной оценки вероятного ущерба для здоровья, значительно осложняет решение современных проблем обеспечения экологической безопасности.

Анализ накопленного зарубежного опыта по решению этой задачи свидетельствует, что концепция риска, которая с 80-х годов является теоретической основой государственной экологической политики США, Нидерландов, Великобритании, и в настоящее время принятая в большинстве развитых стран мира, представляется наиболее надежным аналитическим инструментом, позволяющим научно определить факторы риска для здоровья человека, тем самым, определить приоритеты деятельности по снижению, а в случае возможности устранению риска.

В связи с усилившимися промышленно-бытовыми и сельскохозяйственными давлениями на окружающую среду возрастает потенциальный экологический риск для здоровья людей. Электростанции, объекты тяжелой промышленности и транспорт загрязняют воздух крупных городов; источники водоснабжения загрязняются промышленными и бытовыми сточными водами, поверхностными стоками; переработка токсичных отходов не соответствует современным экологическим требованиям. Проблемы здоровья, связанные с неблагоприятной экологической ситуацией, сдерживают перспективы экономического роста за счет преждевременной смертности и снижения производительного потенциала страны. Сложившееся

положение также оказывает определенное морально-психологическое воздействие на население, усиливает социальную, а иногда и политическую напряженность. Следовательно, можно считать проблему экологической безопасности и социально-политической проблемой, требующей своего положительного разрешения. Обеспечение безопасности населения и окружающей природной среды представляет собой весьма сложную задачу, решение которой невозможно без совершенствования и углубления методов исследования экологического риска.

Установление уровня приемлемой безопасности и риска представляет довольно сложную задачу. Для ее решения требуется выполнение научного анализа экономических, экологических, демографических и других факторов, определяющих развитие общества, с учетом множества взаимосвязей и взаимозависимостей. Для обоснования приемлемого риска может оказаться полезным подход, разработанный И.И.Кузьминым [1] при создании методики оптимизации затрат на снижение техногенного риска.

При постановке вопроса об определении приемлемого риска в качестве цели управления выступает состояние здоровья общества, в качестве критерия - средняя продолжительность жизни ($T_{L.E.}$), а в качестве целевой функции - риск смертности (R_s). Чтобы завершить с математической точки зрения постановку задачи об управлении риском (безопасностью), требуется определить управляющие переменные (управление) в целевой функции R_s , изменение которых позволяло бы обеспечивать оптимальность целевой функции. С этой целью напомним определение безопасности и рассмотрим эту проблему в историческом плане.

Безопасность - защита человека от чрезмерной опасности, где опасность - воздействие на человека неблагоприятных и несовместимых с жизнью факторов или снижающих качество жизни. Под «качеством» в рамках данного определения следует понимать количество доступных для человека благ, необходимых для жизнедеятельности и удовлетворения духовных потребностей. Природа этих факторов может быть связана как с причинами

социально-экономического характера (уровнем питания, образования, здравоохранения, с природными катастрофами и т.д.), так и с причинами техногенного характера (уровнем загрязнения окружающей среды в результате производственной деятельности, авариями на производстве и т.д.).

В доисторический период люди, занимающиеся собирательством и охотой, находились во взаимодействии с экосистемой, являясь неотъемлемой ее частью. Риск смерти на этом этапе развития определялся чисто биотическими и абиотическими факторами. Повышение безопасности, т.е. снижение уровня риска смертности R_S , всегда было одним из ведущих мотивов деятельности людей. Это достигалось развитием экономики, использованием достижений науки и техники и, соответственно, повышением материального уровня жизни, качества питания, медицинского обслуживания, образования, санитарно-гигиенических условий и пр. Недостаток продуктов питания ликвидировался индустриализацией сельского хозяйства, созданием различных видов удобрений почвы. Необходимость в защите от неблагоприятных погодных воздействий обусловила становления строительства, определила потребность в новых видах строительных материалов и энергоисточниках, рост структуры потребления продукции промышленности повлек за собой бурное развитие энерго- и ресурсонасыщенных производств. Другими словами, человечество, развивая экономику, создавало социально-экономическую систему безопасности, т.е. систему защиты от опасности. С развитием цивилизации риск смерти определяется уже не природными факторами, а уровнем развития экономики и социальными отношениями в обществе.

Как показывают статистические данные, в наиболее промышленно развитых странах достигнут и наибольший уровень безопасности (т.е. наибольшая продолжительность жизни или наименьший риск смерти) на данном этапе развития общества (рис.1).

Такой вид риска - социально-экономический ($R_{C.Э}$):

$R_S \in R_{C.Э}(C/M, F, S, \dots)$, где C - материальные ресурсы общества, характеризующие уровень жизни общества; M - материальный уровень жизни; F - уровень питания; S - уровень медицинского обеспечения и другие показатели социально-экономического развития.

Число преждевременных смертей на 1 млн жителей

Доход на человека в год, долл. Канады (1982г.)

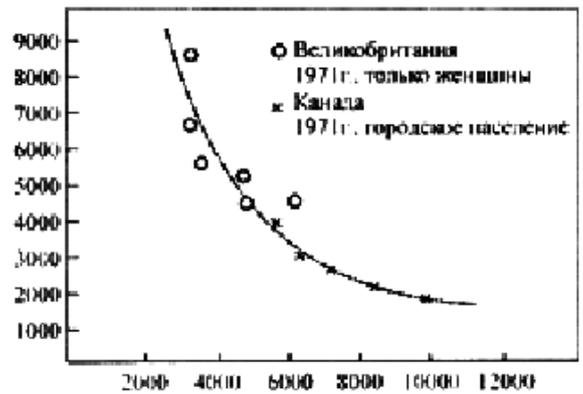


Рис. 1 Показатели смертности от уровня дохода

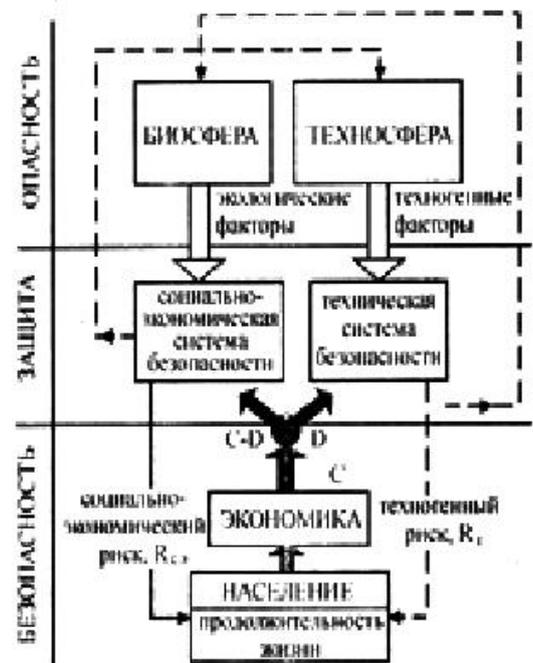


Рис. 2. Блок-схема управления безопасностью населения

Развитие науки и техники, обусловленное потребностью развития экономики, снижая социально-экономический риск, одновременно привело к появлению новых видов опасности, как для здоровья населения, так и для окружающей его среды. Эти опасности техногенного происхождения были вызваны поступлением в окружающую среду отходов промышленного производства, необходимостью участия человека в профессиональной деятельности, обладающей разнообразными источниками неблагоприятного воздействия на его здоровье, и т.д. Таким

образом, развитие цивилизации привело к возникновению особых условий существования, совокупность которых можно назвать искусственной средой обитания - техносферой. Созданная и развиваемая техносфера накопила в себе большие потенциальные опасности - техногенные факторы, и, соответственно, потребовала создания технических систем безопасности, обеспечивающих защиту от них человека (рис.2.)

Необходимость в создании таких технических систем безопасности и одновременно совершенствование социально-экономической системы - это и есть новый элемент в обеспечении безопасности человека и окружающей среды. На их создание и эксплуатацию приходится использовать определенную долю материальных ресурсов общества, отвлекая средства из социально-экономической сферы. Таким образом, возникает важная задача распределения имеющихся материальных ресурсов. В настоящее время техническая система безопасности не позволяет полностью исключить воздействие техногенных факторов. В таком случае, уровень загрязнения окружающей среды, вызванного недостаточной защищенностью от техногенных факторов, обозначим через Z . Под загрязненностью следует понимать техногенно обусловленное поступление вещества и энергии в среду, окружающую человека, приводящее к ухудшению ее состояния с точки зрения социально-экономических интересов общества. При этом считается, что поступление вещества и энергии может происходить не только в условиях нормальной эксплуатации оборудования и другой промышленной деятельности, но и в результате тех или иных аварийных ситуаций. Техногенный риск, связанный с хозяйственной деятельностью и определяемый уровнем опасности Z , обозначим через R_T :

$$R_T = R_T(D_Z/Z),$$

где D_Z - экономические затраты на создание и эксплуатацию технических систем безопасности,
 $D_Z = I_Z C$

Тогда общий риск может быть представлен в виде суммы:

$$R_S(C/M, F, S, \dots Z) = R_{C.Э.}(C - I_Z C/M, F, S, \dots) + R_T(I_Z C/Z).$$

Роль управляющей переменной в целевой функции должны принять на себя инвестиции I_Z , т.е. доля материальных ресурсов общества, направляемых на создание и эксплуатацию технических систем безопасности. Затраты на обеспечение

безопасности следуют экономическому закону уменьшения отдачи.

Как свидетельствуют статистические данные, затраты на снижение социально-экономического риска $R_{C.Э.}$ также следуют экономическому закону уменьшения отдачи [2]. Этот пример иллюстрирует зависимость состояния здоровья от уровня дохода населения. Зависимость общего риска от затрат на создание и эксплуатацию технических систем безопасности приведены на рис. 3.

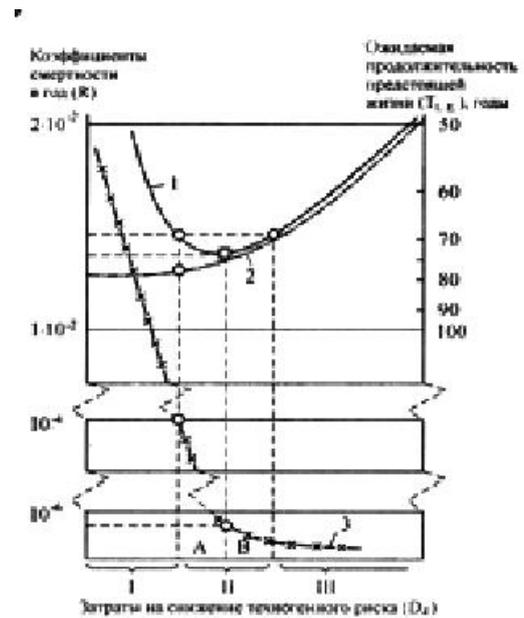


Рис. 3 Оптимизация затрат D_Z на снижение техногенного риска R_T : 1 - общий риск ($R_S=R_{C.Э.}+R_T$); 2 - социально-экономический риск ($R_{C.Э.}$); 3 - техногенный риск (R_T); p - точка минимума общего риска R_S , соответствующая равенству предельных затрат на снижение R_T и $R_{C.Э.}$; I - область, в которой из-за недостаточности затрат на снижение R_T этот риск неприемлемо высок; II - область, в которой затраты на снижение R_T обеспечивают приемлемый уровень R_S ; III - область чрезмерных затрат на снижение R_T , ведущих к неприемлемо высокому уровню $R_{C.Э.}$

Увеличение безопасности технических систем ведет к уменьшению величины общего риска R_S из-за снижения техногенного риска R_T . Однако материальные ресурсы общества (C), независимо от того, велики они или малы, ограничены. Следовательно, затраты, направляемые на создание технических систем безопасности и, соответственно, снижение уровня загрязнения, отвлекают средства из сферы

услуг и из тех областей, в которых производятся товары, повышающие материальный уровень жизни. Другими словами, рост затрат на снижение техногенного риска ведет к повышению социально-экономического риска. В результате, по мере увеличения затрат на технические системы безопасности и на продолжающееся снижение техногенного риска, темпы снижения общественного риска замедляются из-за возрастания социально-экономического риска. При достижении некоторого значения $I_Z = I_{Z\text{ опт}}$ общий риск R_S проходит через минимум, и далее начинается его рост. Он связан с чрезмерными затратами на создание технических систем безопасности и, вследствие этого, снижением затрат на создание социально-экономической системы безопасности. Следовательно, задача управления безопасностью сводится к определению такого значения I_Z , при котором достигается минимум целевой функции R_S и, соответственно, максимум продолжительности предстоящей жизни $T_{L.E}$. Таким образом, затраты на создание и эксплуатацию технических систем безопасности в задаче управления безопасностью играют роль управляющей переменной. Очевидно, что оптимальные значения, соответствующие минимуму целевой функции, зависят от уровня развития управляемой социально-экономической системы.

Этапы процедуры принятия приемлемого риска протекают по таким правилам [3]: уменьшение риска, минимизация риска и оптимизация риска. Необходимо указать, что порядок перехода от одной группы

решений к другой должен строго следовать указанной последовательности. Любой алгоритм оценки риска должен исходить из того, что твердо установлен экономический эквивалент угрозы. Этот эквивалент должен быть обоснован в том смысле, что он соответствует затратам, которые общество при данных условиях может себе позволить, чтобы предотвратить или уменьшить угрозу. Необходимо воспрепятствовать тому, чтобы, с одной стороны, ценой больших затрат был уменьшен и без того незначительный риск, а с другой - чтобы оставался большой риск, который можно было бы устранить с небольшими затратами. Установить такой эквивалент - еще не значит добиться успеха - эквивалент такого типа не удается получить без влияния субъективных факторов. Тем не менее, эти эквиваленты делают более ясным риск при принятии решения об его величине.

Литература:

1. Кузьмин И.И., Шапошников Д.А. Концепция безопасности: от риска «нулевого» - к «приемлемому» // Вестник РАН. Т.64. 1994. №5. С.402-408.
2. Научно-технический прогресс, безопасность и устойчивое развитие цивилизации / Б.В.Гидаспов, И.И.Кузьмин, Б.М.Ласкин, Р.Г.Азиев // Журн. Всесоюз. хим. общества им. Д.И.Менделеева. Т.35. 1990. №4. С.9-14.
3. Измалков А.В., Бодриков О.В. Методологические основы управления риском и безопасностью населения и территорий // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. Вып.1. М., 1997. С.48-62.