

И. Т. Ермак, доцент; Б. Р. Ладик, ст. преподаватель

ОПАСНОСТЬ АВАРИЙ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ

The article summarizes the drawbacks of existing system of remote education based on the experience of teaching "Labour Safety" course. It underlines the positive aspects of using new educational computer systems and the role of a teacher in their use. The efficiency and productivity of using computer systems in the remote education process is evaluated. The article offers ways to implement proposed innovations in the education process.

Введение. Большинство опасностей на промышленных объектах возникает в результате штатных (плановых) и нештатных (аварийных) выбросов в атмосферу вредных (токсичных) или взрывопожароопасных веществ или в результате быстротечных выделений больших количеств энергии. Указанные опасности, как правило, имеют различное происхождение, разные масштабы и механизмы воздействия на человека и окружающую среду.

Ниже приведены типовые возможные опасности, последовательности событий, исходы аварий и их последствия на химико-технологических объектах.

Технологические опасности:

а) значительные объемы хранения опасных, горючих, коррозионных, удушающих, взрывающихся от удара, высокореактивных, токсичных, горючих, пылевидных веществ;

б) экстремальные физические условия: высокие и низкие температуры, высокие давления, вакуум, циклические изменения давления и температуры, гидравлические удары.

Иницирующие события:

а) технологические нарушения:

– отклонения технологических параметров: давления, температуры, расхода, концентрации, скорости реакций, теплоты реакции, изменение фазового состояния, загрязнение;

– спонтанные реакции: полимеризация, неконтролируемые процессы, внутренний взрыв, разложение;

– разгерметизация трубопроводов, резервуаров, сосудов, отказ прокладок, сальников;

– неисправности оборудования: насосов, клапанов, измерительных приборов, датчиков, блокировок;

– неисправности систем обеспечения: электрической, подачи воздуха или азота, водоснабжения, охлаждения, теплообмена, вентиляции;

б) отказ системы административного управления и субъективные ошибки;

в) внешние события: экстремальные погодные условия, землетрясения, воздействие других аварий, случаи вандализма, диверсии.

Промежуточные события, способствующие эскалации аварий:

а) отказы оборудования (например, систем безопасности);

б) отказы в системе административного управления;

в) ошибки человека;

г) эффекты домино: разгерметизация другого оборудования, выбросы других веществ;

д) внешние условия: погодные, видимость.

Промежуточные события, способствующие снижению риска:

а) адекватные реакции систем контроля и управления или оператора;

б) адекватные реакции систем безопасности;

в) своевременное реагирование на чрезвычайную ситуацию: сирены предупреждения, аварийные мероприятия, защитная экипировка, убежища, эвакуация;

Исходы аварий:

а) выбросы вредных веществ: выброс, мгновенное и постепенное испарение, дисперсия газа;

б) пожары: пожары луж, струевое пламя, образование огневых шаров и взрывов перегретых углеводородных жидкостей, вспыхивающие пожары;

в) взрывы: ограниченные, физические, пылевые, взрыв первого облака в свободном пространстве, детонация, взрыв конденсированной фазы;

г) разлет осколков;

д) последствия воздействий: ионизирующего, токсического, термического, избыточного давления.

В качестве поражающего фактора при расчете последствий применяется фактор, вызывающий основные разрушения и поражения. Основные параметры поражающих факторов ЧС природного и техногенного характера приведены в таблице.

Опасность техногенного характера рассматривается как состояние, внутренне присущее технической системе, промышленному или транспортному объекту, реализуемое в виде поражающих воздействий источника техногенной чрезвычайной ситуации на человека и окружающую среду при его возникновении либо в виде прямого или косвенного ущерба для человека и окружающей среды в процессе нормальной эксплуатации этих объектов.

При рассмотрении экономических, социальных и экологических сторон тяжелой аварии или катастрофы целесообразно оперировать

понятиями прямого, косвенного и полного ущерба.

Таблица

Поражающие факторы и их основные параметры

Виды ЧС	Поражающие факторы	Параметры
Землетрясения	Обломки зданий, сооружений	Интенсивность землетрясения
Взрывы	Воздушная ударная волна	Избыточное давление во фронте воздушной ударной волны
Пожары	Тепловое излучение	Плотность теплового потока
Цунами, прорыв плотин	Волна цунами, волна прорыва	Высота волны, максимальная скорость волны, площадь и длительность затопления, давление гидравлическое
Радиационные аварии	Радиоактивное заражение	Доза излучения
Химические аварии	Токсичные нагрузки	Токсодоза

Структура полного ущерба выглядит, как на рис. 1.

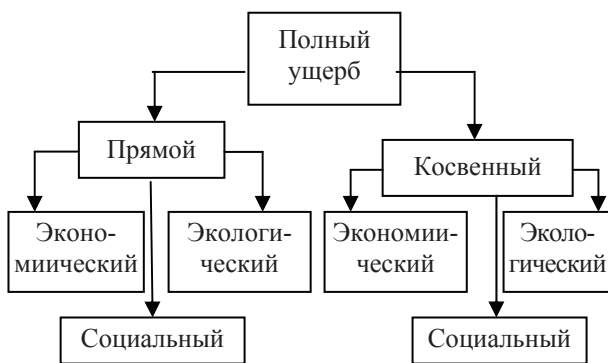


Рис. 1. Структура полного ущерба

Основные составляющие прямого ущерба.

Под *прямым ущербом* в результате аварии или чрезвычайной ситуации (ЧС) обычно понимают потери и убытки всех структур экономики, попавших в зоны воздействия аварии или катастрофы. При рассмотрении структуры прямого ущерба выделяют прямой экономический, прямой социальный и прямой экологический ущербы.

Прямой экономический ущерб связан непосредственно с повреждением или утратой основных и оборотных фондов и включает затраты на ограничение развития ЧС (рис. 2). Этот вид ущерба, как правило, стараются предста-

вить с максимально возможной точностью в денежном выражении.

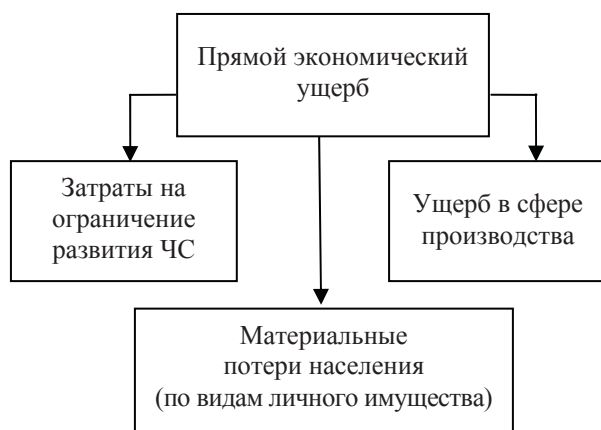


Рис. 2. Составляющие прямого экономического ущерба

Прямой социальный ущерб непосредственно связан с воздействием на население и его сферу обитания (рис. 3).

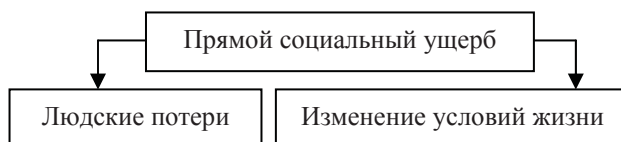


Рис. 3. Составляющие прямого социального ущерба

Прямой экологический ущерб связан с ущербом при разной среде (рис. 4).

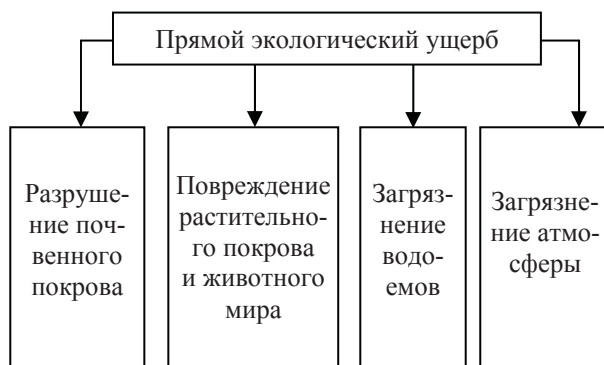


Рис. 4. Составляющие прямого экологического ущерба

Основные составляющие косвенного ущерба.

Косвенный ущерб включает убытки, понесенные вне зоны прямого воздействия аварии или ЧС. Как и прямой ущерб, косвенный ущерб делится на экономический, социальный и экологический ущербы.

Факторы, формирующие *косвенный экономический ущерб*, представлены на рис. 5.

Факторы, формирующие *косвенный социальный ущерб*, представлены на рис. 6.

Косвенный экологический ущерб формируется за счет факторов, представленных на рис. 7.

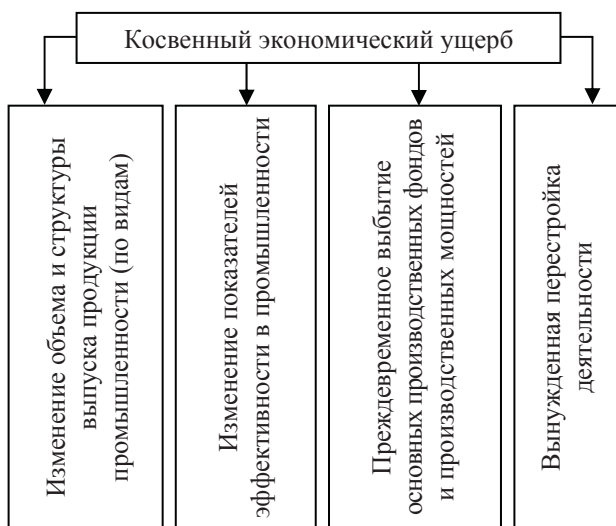


Рис. 5. Факторы, формирующие косвенный экономический ущерб

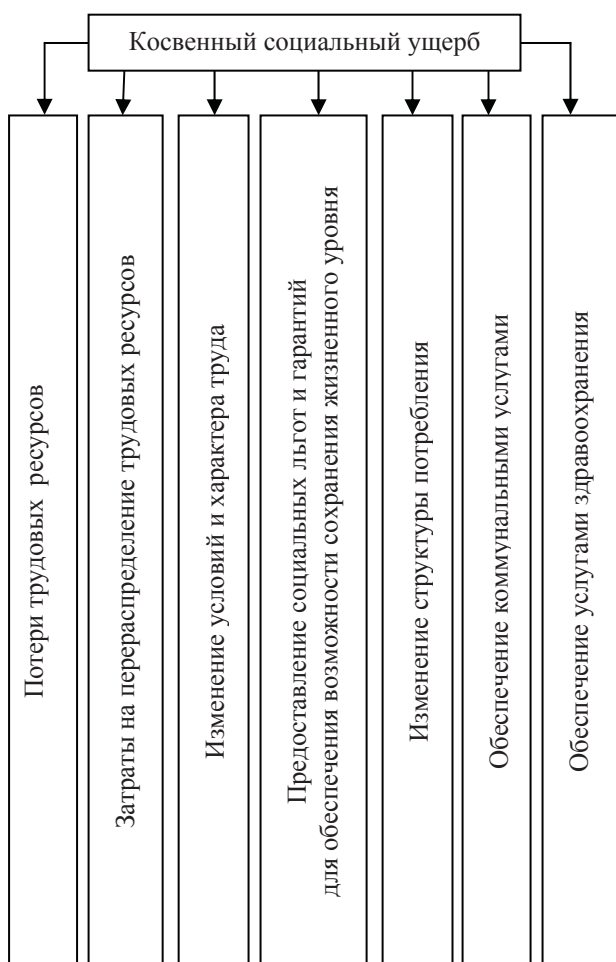


Рис. 6. Факторы, формирующие косвенный социальный ущерб

Примерная последовательность оценки экологического ущерба заключается в следующих действиях: первичной идентификации опасности; описание источников опасности и связанного с ними ущерба; оценки риска в условиях нормальной работы, вероятных аварий и возможных сценариев развития ава-

рии; статистической оценки и вероятностного анализа риска.

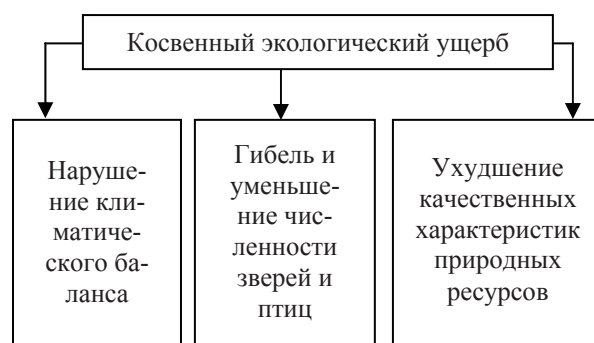


Рис. 7. Факторы, формирующие косвенный экологический ущерб

К современным глобальным экологическим проблемам можно отнести: парниковый эффект, разрушение озонового слоя Земли, кислотные осадки, выхлопы автотранспорта, загрязнение гидросферы, разрушение почвы и восстановление ее плодородия, опустынивание, сохранение и охрану биологических ресурсов, применение пестицидов и химикатов в сельском и лесном хозяйстве, уничтожение и деградацию лесов и растительности, проблему удаления бытовых, промышленных и токсичных отходов, дефицит чистой питьевой воды, ее очистку и др.

Анализ последовательности событий и ущерба при аварии или ЧС показывает, что по мере рассмотрения возникших негативных явлений ослабевает влияние исходного события и возрастают трудности оценки косвенного ущерба. Поэтому в качестве оценки косвенного ущерба могут использоваться экспертные оценки в долях от прямого ущерба, без детализации и анализа отдельных составляющих.

Как показывает практика, приводимые статистические данные о потерях отражают лишь прямые потери (стоимость основных фондов, продуктов производства). В то же время совокупные издержки по отдельным авариям могут на 1,5–2,0 порядка превышать прямые потери.

Литература

1. Белов, П. Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности / П. Г. Белов. – М.: Безопасность, 1996. – 427 с.
2. Измалков, В. И. Безопасность и риск при техногенных воздействиях: в 2 ч. / В. И. Измалков, А. В. Измалков. – СПб.: Прогресс, 1994. – 2 ч.
3. Потапов, Б. В. Экономика природного и техногенного рисков / Б. В. Потапов, Н. Н. Радаев. – М.: ФИД «Деловой экспресс», 2001. – 513 с.