

Лекции учебного курса

**«Экологическое  
страхование и оценка  
рисков»**

## Содержание

<b>Введение</b> .....	<b>4</b>
<b>Раздел 1 Предпосылки создания системы экологического страхования</b> .....	<b>7</b>
<b>Лекция 1. Подходы к управлению риском.</b> .....	<b>7</b>
1.1. Основные понятия и термины управления и оценки рисков.....	7
<b>Лекция 2. Подходы к управлению риском.</b> .....	<b>13</b>
2.1. Структура экологического риска.....	13
<b>Лекция 3. Подходы к управлению риском.</b> .....	<b>17</b>
3.1. Основные принципы и критерии управления риском.....	17
3.2. Цикл управления риском.....	23
<b>Лекция 4. Федеральное и региональное законодательство в области промышленной и экологической безопасности</b> .....	<b>26</b>
4.1. Правовое обеспечение экологической безопасности.....	26
<b>Лекция 5. Федеральное и региональное законодательство в области промышленной и экологической безопасности</b> .....	<b>28</b>
5.1. Правовое регулирование безопасности опасных производств. Российское законодательство в области промышленной безопасности.....	28
<b>Лекция 6. Экономические методы предотвращения и компенсации убытков от загрязнения окружающей среды</b> .....	<b>35</b>
6.1. Понятие и роль экономического механизма природопользования в обеспечении экологической безопасности .....	35
<b>Лекция 7. Экономические методы предотвращения и компенсации убытков от загрязнения окружающей среды</b> .....	<b>37</b>
7.1. Источники финансирования экологических программ и мероприятий по охране окружающей среды.....	37
<b>Лекция 8. Зарубежный опыт страхования риска загрязнения окружающей среды</b> .....	<b>45</b>
8.1. Опыт Европейского Союза по обеспечению безопасности и предупреждению крупных аварий .....	45
8.2. Зарубежный опыт в страховании ответственности за ущерб, причиненный загрязнением окружающей среды.....	50
<b>Раздел 2 Теоретические и прикладные аспекты экологического страхования</b> .....	<b>54</b>
<b>Лекция 9. Страхование риска загрязнения окружающей среды и его методологические особенности</b> .....	<b>54</b>
9.1. Сущность и понятийно-терминологический аппарат экологического страхования.....	54
<b>Лекция 10. Страхование риска загрязнения окружающей среды и его методологические особенности</b> .....	<b>55</b>
10.1. Функции экологического страхования.....	55
<b>Лекция 11. Страхование риска загрязнения окружающей среды и его методологические особенности</b> .....	<b>57</b>
11.1. Особенности страхования риска загрязнения окружающей среды.....	57
<b>Лекция 12. Инвентаризация и классификация объектов повышенного экологического риска.</b> .....	<b>63</b>
12.1. Роль страхового экологического аудита в оценке риска и экологическом страховании.....	63
<b>Лекция 13. Инвентаризация и классификация объектов повышенного экологического риска.</b> .....	<b>67</b>
13.1. Определение степени экологической опасности объекта.....	67
<b>Лекция 14. Функционирование системы экологического страхования на региональном уровне</b> .....	<b>71</b>
14.1. Современное состояние экологического страхования и его нормативно-правовое обеспечение.....	71

14.2.	Структурная схема функционирования системы добровольного экологического страхования в регионе.....	75
14.3.	Расчёт убытков от аварийного загрязнения окружающей среды.....	4
<b>Лекция 15.</b>	<b>Права и обязанности сторон в экологическом страховании.....</b>	<b>7</b>
15.1.	Права и обязанности страховщиков.....	7
15.2.	Права и обязанности страхователей.....	8
<b>Лекция 16.</b>	<b>Расчет тарифных ставок по страхованию риска загрязнения окружающей среды .....</b>	<b>10</b>
16.1.	Сущность и задачи актуарных расчетов.....	10
<b>Лекция 17.</b>	<b>Расчет тарифных ставок по страхованию риска загрязнения окружающей среды .....</b>	<b>11</b>
17.1.	Методика расчета тарифных ставок по экологическому страхованию.....	11
<b>Лекция 18.</b>	<b>Количественные методы оценки функционирования систем экологического страхования .....</b>	<b>14</b>
18.1.	Система показателей, количественно характеризующих различные аспекты страхования риска загрязнения окружающей среды .....	14
<b>Раздел 3 Оценка экологического риска: методы и методики .....</b>		<b>21</b>
<b>Лекция 19.</b>	<b>Методы выявления и классификации опасностей .....</b>	<b>21</b>
19.1.	Базы данных по авариям.....	21
19.2.	Предаварийные ситуации. Базы данных и предаварийные ситуации. Простые методы определения опасностей HAZID. Анализ “что произойдет, если”. Карты контроля безопасности.....	25
<b>Лекция 20.</b>	<b>Методы выявления уязвимости HAZOP. ....</b>	<b>36</b>
20.1.	Цели HAZOP Область применения. Последовательность проведения HAZOP.....	36
20.2.	Структуризация объекта в HAZOP.....	40
<b>Лекция 21.</b>	<b>Методы выявления уязвимости HAZOP. ....</b>	<b>45</b>
21.1.	Исследование HAZOP. Пример.....	45
<b>Лекция 22.</b>	<b>Методики оценки риска Метод обследования типов отказов и анализ их последствий .....</b>	<b>10</b>
22.1.	Область применения. Технический подход. Определение изучаемой проблемы. Представление обзора. Документирование. Типовая таблица. Маркировка оборудования. Описание оборудования.....	10
22.2.	Проведения исследований методом FTA Цели проведения исследований методом FTA .....	14
<b>Лекция 23.</b>	<b>FN кривые. Количественная оценка.....</b>	<b>24</b>
23.1.	Построение всего множества сценариев возникновения и развития аварии.....	24
<b>Лекция 24.</b>	<b>Методики оценки риска Метод обследования типов отказов и анализ их последствий (FMEA).....</b>	<b>25</b>
<b>Раздел 4 Управление риском при формировании стратегии развития предприятия. ....</b>		<b>35</b>
<b>Лекция 25.</b>	<b>Стратегия устойчивого развития предприятия и программа мероприятий по снижению риска. ....</b>	<b>35</b>
25.1.	Предотвращение аварий. Противоаварийные мероприятия.....	35
25.2.	Помощь пострадавшим.....	35
25.3.	Система и концепция системы управления безопасностью.....	36
<b>Лекция 26.</b>	<b>Документирование анализа рисков.....</b>	<b>38</b>
26.1.	Декларирование безопасности. Содержание декларации безопасности на примере декларации нефтеперерабатывающего завода.....	38
26.2.	Структура декларации безопасности .....	38

## **Введение**

В настоящее время экологическая обстановка продолжает ухудшаться в значительной степени из-за интенсивного загрязнения окружающей среды промышленными предприятиями. При этом сложность решения экологических проблем из года в год усугубляется и с течением времени становится все более трудно преодолимой. Так, несмотря на принимаемые меры по очистке, концентрация диоксида азота в атмосфере возрастает ежегодно на 0,25%. Практически над всем Северным полушарием Земли располагается стабильная зона повышенной концентрации диоксида серы, которая на востоке США, в Центральной и Восточной Европе превышает фоновую в 10-15 раз. В то же время загрязнение атмосферы над рядом крупных городов значительно превышает допустимый уровень и по ряду других ингредиентов (оксиду углерода, сероводороду, аммиаку, фенолу, формальдегиду, углеводородам).

Ухудшение качества водных ресурсов и истощение их запасов приводят к существенным, а иногда и необратимым изменениям природных экосистем.

Загрязнение окружающей среды негативно сказывается на состоянии здоровья населения, являясь одной из ведущих причин наблюдаемого роста заболеваемости и смертности. По оценкам специалистов, изменение уровня загрязнения атмосферы в 10 раз увеличивает уровень общей заболеваемости в 2,5 раза и "тяжести" заболеваний в 1,5 раза. По данным выборочного обследования 33 городов (фрагмент базы данных информационной системы АГИС "Здоровье"), в городах с более высоким уровнем загрязнения атмосферы средние уровни заболеваемости выше на 41% для болезней органов дыхания, на 132% - для болезней сердечно-сосудистой системы, на 176% - для болезней кожи и на 35% - для злокачественных новообразований. По данным шведского международного агентства развития и сотрудничества (SIDA), три миллиона людей в мире ежегодно умирают от болезней, передающихся через воду.

Сложная экологическая обстановка в значительной степени вызвана высоким уровнем загрязнения окружающей среды в результате техногенных аварий и катастроф. По экспертным оценкам, доля аварийного загрязнения в общем объеме экологических нарушений достигает 25-30%. Особо крупные техногенные аварии и катастрофы, вызвавшие кризисную экологическую ситуацию, произошли в Бхопале (Индия), Севезо (Италия), Фликсборо (Англия), Винке (Нидерланды), Базеле (Швейцария), Вельберте (ФРГ). Только в результате одной катастрофы в Бхопале в 1984 г. погибло (по официальным данным) более 3 тыс. человек; 20 тыс. стали полными инвалидами; страдают от последствий отравления высокотоксичным газом более 200 тыс. человек. По неофициальным же данным число погибших составляет 10 тыс.

Актуальна данная проблема и в нашей стране. Достаточно перечислить техногенную катастрофу с тяжелыми экологическими последствиями, происшедшую на Чернобыльской АЭС, взрывы на железной дороге в Арзамасе и Свердловске, взрыв продуктопровода под Уфой. Следует отметить, что финансовый ущерб населению и окружающей среде, причиненный

авариями на промышленных предприятиях, довольно высок. При этом, учитывая возрастающую изношенность основных фондов (в том числе природоохранного назначения), несмотря на продолжающийся спад объемов материального производства, в перспективе можно ожидать дальнейшего увеличения интенсивности аварийного загрязнения окружающей среды.

В современных условиях уровень нагрузки техносферы зачастую превышает уровень способности окружающей среды к самовосстановлению и саморегулированию. Это приводит к нарушению экологического равновесия и снижению устойчивости природных экосистем.

Осмысление происходящего и необходимость выработки стратегии устойчивого, экологически приемлемого экономического развития нашли отражение в документах Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (июнь 1992 г.). В них подчеркивается, что устойчивое развитие должно стать приоритетным вопросом в повестке дня мирового сообщества. Отмечена необходимость превращения любого вида хозяйственной деятельности в экологически безопасную, т.е. совместимую с требованиями гармоничного развития общества и природы.

Решения Конференции в Рио-де-Жанейро получили одобрение в России. Об этом свидетельствуют два специальных указа Президента РФ – от 4 февраля 1994 г. «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития» и от 1 апреля 1996 г. «О концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию». В этих документах была отражена необходимость разработки и реализации концепции перехода РФ на модель устойчивого развития, обеспечивающей комплексное решение проблем сбалансированного развития экономики и улучшения состояния окружающей среды. То есть, речь идет о концепции экологической безопасности страны. Для достижения конкретных положительных результатов признано наиболее эффективным применение экономических методов регулирования природопользования и охраны окружающей среды.

Важнейшим общепризнанным международным принципом экологической безопасности является обязанность компенсации нанесенного населению и окружающей среде ущерба причинителем. В настоящее время ведется работа в законодательной сфере, направленная на усиление экономико-правовой ответственности предприятий за загрязнение окружающей среды. В Законе РФ "Об охране окружающей среды" и Гражданском кодексе Российской Федерации отмечено, что "предприятия, причинившие вред окружающей среде, здоровью и имуществу граждан загрязнением окружающей природной среды, обязаны возместить его в полном объеме". При этом компенсация убытков от загрязнения должна проводиться за счет собственных средств предприятий, а в исключительных случаях - за счет госбюджета. В соответствии с законодательством промышленные предприятия обязаны не только компенсировать убытки, но и предотвратить возникновение новых. Предотвращение убытков

означает выполнение превентивных мероприятий, исключающих или уменьшающих риск возникновения техногенных аварий. Однако в современных условиях при отсутствии необходимых средств у предприятий - загрязнителей и дефиците бюджетных ресурсов всех уровней проблема предотвращения и компенсации убытков от аварийного загрязнения окружающей среды не решается. Более 80% убытков, причиненных в результате техногенных аварий, вообще не компенсируется. Не хватает средств и для финансирования превентивных природоохранных мероприятий. Для решения указанных проблем целесообразно использовать такие инструменты, как экологическое страхование, которое позволяет компенсировать убытки от аварийного загрязнения окружающей среды и привлекать дополнительные средства для финансирования экологических программ.

## Раздел 1 Предпосылки создания системы экологического страхования

### Лекция 1. Подходы к управлению риском.

#### 1.1. Основные понятия и термины управления и оценки рисков.

*В последние 2-3 десятилетия понятие экологического риска широко используется в описании взаимодействия между опасными экологическими воздействиями и объектами окружающей среды. Возможность количественного анализа программ и мероприятий по обеспечению экологической безопасности является серьезным аргументом, способствующими все более широкому применению концепции экологического риска в деятельности различных организаций, в том числе страховых компаний. Рассмотрим основные понятия и определения, относящиеся к оценке и управлению экологическими рисками.*

- Область деятельности – основная функция организации (производство, хранение, транспорт, утилизация, услуги и др.);
- Виды деятельности – процессы, происходящие в области деятельности организации (обращение с опасными материалами, сжигание топлива в большом количестве, перекачка больших объемов жидкостей и газов);
- деятельность – любой технический, промышленный или хозяйственный проект, законодательное положение, программа или разработка, касающееся окружающей среды.
- окружающая среда - совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов и антропогенных объектов, а также их взаимодействий; внешняя среда, в которой функционирует природопользователь;
- природная среда, природа - совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов;
- компоненты природной среды - земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле;
- природный объект - естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства;
- природно-антропогенный объект - природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение;
- антропогенный объект - объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов;

- естественная экологическая система - объективно существующая часть природной среды, которая имеет пространственно-территориальные границы и в которой живые (растения, животные и другие организмы) и неживые ее элементы взаимодействуют как единое функциональное целое и связаны между собой обменом веществом и энергией;
- благоприятная окружающая среда - окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов;
- неблагоприятное воздействие на окружающую среду - воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды;
- природные ресурсы - компоненты природной среды, природные объекты и природно-антропогенные объекты, которые используются или могут быть использованы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в качестве источников энергии, продуктов производства и предметов потребления и имеют потребительскую ценность;
- загрязнение окружающей среды - поступление в окружающую среду вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду;
- нормативы в области охраны окружающей среды (далее также - природоохранные нормативы) - установленные нормативы качества окружающей среды и нормативы допустимого воздействия на нее, при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие;
- нормативы качества окружающей среды - нормативы, которые установлены в соответствии с физическими, химическими, биологическими и иными показателями для оценки состояния окружающей среды и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная окружающая среда;
- нормативы допустимого воздействия на окружающую среду - нормативы, которые установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и при которых соблюдаются нормативы качества окружающей среды;
- нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду - нормативы, которые установлены в соответствии с величиной допустимого совокупного воздействия всех источников на окружающую среду и (или) отдельные компоненты природной среды в пределах конкретных территорий и (или) акваторий и при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие;

- нормативы допустимых выбросов и сбросов химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов (далее также - нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов) - нормативы, которые установлены для субъектов хозяйственной и иной деятельности в соответствии с показателями массы химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов, допустимых для поступления в окружающую среду от стационарных, передвижных и иных источников в установленном режиме и с учетом технологических нормативов, и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды;
- нормативы предельно допустимых концентраций химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов (далее также - нормативы предельно допустимых концентраций) - нормативы, которые установлены в соответствии с показателями предельно допустимого содержания химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов в окружающей среде и несоблюдение которых может привести к загрязнению окружающей среды, деградации естественных экологических систем;
- нормативы допустимых физических воздействий - нормативы, которые установлены в соответствии с уровнями допустимого воздействия физических факторов на окружающую среду и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды;
- оценка воздействия на окружающую среду - вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления;
- экологический аудит - независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности;
- наилучшая существующая технология - технология, основанная на последних достижениях науки и техники, направленная на снижение негативного воздействия на окружающую среду и имеющая установленный срок практического применения с учетом экономических и социальных факторов;
- вред окружающей среде - негативное изменение окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов;

- опасность - неотъемлемое свойство вещества или реальной ситуации, связанное с возможностью нанесения вреда здоровью человека и/или окружающей среде.
- риск - вероятность возникновения конкретного эффекта в течение определенного времени или при определенных обстоятельствах.
- экологический риск - вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера;
- Приемлемый экологический риск - это риск, уровень которого оправдан с точки зрения как экологических, так и экономических, социальных и других проблем в конкретном обществе и в конкретное время.
- Предельно допустимый экологический риск - максимальный уровень приемлемого экологического риска. Он определяется по всей совокупности неблагоприятных экологических эффектов и не должен превышать независимо от интересов экономических или социальных систем.
- Пренебрежимый экологический риск - минимальный уровень приемлемого экологического риска. Находится на уровне флуктуаций уровня фонового риска или определяется как 1% от предельно допустимого экологического риска;
- Индивидуальный экологический риск - это риск, который обычно отождествляется с вероятностью того, что человек в ходе своей жизнедеятельности испытает неблагоприятное экологическое воздействие. Индивидуальный экологический риск характеризует экологическую опасность в определенной точке пространства, где находится индивидуум, т. е. характеризует распределение риска в пространстве.
- Фоновый риск - это риск, обусловленный наличием эффектов природы и социальной среды обитания человека.
- экологическая безопасность - состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.
- Экологическое воздействие на окружающую среду – любое отрицательное или положительное изменение в окружающей среде, полностью или частично являющееся результатом деятельности организации – природопользователя, ее продукции или услуг.
- Экологические аспекты – элементы видов деятельности организации, ее продукции или услуг, в результате которых может возникнуть экологическое воздействие;

- Экологические факторы – количественные или качественные оценки экологических воздействий, характеризующиеся пространственным и временным масштабом, вредностью, токсичностью веществ, жесткостью физических воздействий,
- Экологическая опасность – потенциальная угроза любого эффекта неблагоприятного экологического воздействия;
- Чрезмерная экологическая опасность – экологическая опасность с таким уровнем экологических факторов, при котором нарушается соответствие среды обитания объектов живой природы их врожденным и приобретенным свойствам;
- Экологическая безопасность – состояние защищенности человека, общества и окружающей среды от чрезмерной экологической опасности;
- Экологический ущерб – ущерб окружающей среде от неблагоприятного воздействия, выраженный в натуральных показателях;
- Экономический ущерб – стоимостное выражение экологического ущерба;
- Цена экологического риска – совокупный эффект экологического и экономического ущерба, окружающей среды, к которому может привести экологический риск;
- Оценка экологического риска – процедура анализа экологического риска, включающая в себя оценки вероятности возникновения неблагоприятного воздействия, вероятности поражения объектов окружающей среды, величины и цены экологического риска;
- Управление экологическим риском – процедура анализа риска, в результате которой на основе учета оценки экологического риска принимается решение о приемлемости величины и минимизации цены экологического риска.

### ***Типология экологических рисков и опасностей***

Основная цель интеграции понятия экологического риска в проблемы обеспечения экологической безопасности состоит в том, чтобы:

- по уровню экологического риска оценивать приемлемость и чрезмерную опасность видов деятельности, связанных с возможными аварийными ситуациями, имеющими неблагоприятные последствия для окружающей среды;

- обоснованно осуществлять процедуры экологического аудирования, экспертизы, сертификации и пр., адекватно оценивать экологическую опасность и ответственность за возможный ущерб окружающей среде;

- осуществлять управление экологическим риском, добиваясь снижения цены экологического риска при заданных ограничениях на затраченные ресурсы;

- осуществлять ранжирование неблагоприятных экологически воздействий по реальной и прогнозируемой экологическим опасностями; ранжирование территорий и групп населения - по величине экологического риска;

- использовать категорию экологического риска в качестве основы для принятия решений по вопросам обеспечения экологической безопасности, в том числе на основе принятия правовых актов, распорядительных и нормативно-методических документов;

- формировать политику в области размещения новых и модификации существующих предприятий, имеющих экологически опасные виды деятельности, в соответствии с международными обязательствами и прозрачными и процедурами.

Понятие риска сочетает в себе, как минимум, две вероятности: вероятность реализации неблагоприятного воздействия и вероятность поражения, потерь, нанесенных этим воздействием объектам окружающей среды и населению. Риск означает вероятность возникновения конкретного эффекта в течение определенного времени или при определенных обстоятельствах.

При этом риск отличается как от вероятности воздействия, так и от вероятности причиненного ущерба. Риск может быть близок к нулю, несмотря на то, что вероятность реализации неблагоприятного события (постоянно действующие негативные факторы) или вероятность поражения (чрезвычайно редкие явления разрушительной силы) близки к единице. В общем случае величина риска изменяется в пределах от нуля до единицы. Риск - это количественная или качественная оценка опасности; соответственно, экологический риск - это количественная или качественная оценка экологической опасности неблагоприятных воздействий на окружающую среду.

Экологический риск характеризуется следующими нормативными уровнями:

Приемлемый экологический риск - это риск, уровень которого оправдан с точки зрения как экологических, так и экономических, социальных и других проблем в конкретном обществе и в конкретное время.

Предельно допустимый экологический риск - максимальный уровень приемлемого экологического риска. Он определяется по всей совокупности неблагоприятных экологических эффектов и не должен превышать независимо от интересов экономических или социальных систем.

Пренебрежимый экологический риск - минимальный уровень приемлемого экологического риска. Экологический риск находится на уровне флуктуаций уровня фонового риска или определяется как 1% от предельно допустимого экологического риска. В свою очередь, фоновый риск - это риск, обусловленный наличием эффектов природы и социальной среды обитания человека.

Широкое применение находит такое понятие, как индивидуальный экологический риск. Это риск, который обычно отождествляется с вероятностью того, что человек в ходе своей жизнедеятельности испытает неблагоприятное экологическое воздействие. Индивидуальный экологический риск характеризует экологическую опасность в определенной точке, где

находится индивидуум, т. е. характеризует распределение риска в пространстве. Это понятие может широко использоваться для количественной характеристики территорий, на которые оказывают воздействие негативные факторы.

*Таким образом, понятие экологического риска позволяет для широкого класса явлений и процессов дать количественное описание экологических опасностей. Именно это качество оценки риска и представляет интерес для экологического страхования.*

## **Лекция 2. Подходы к управлению риском.**

### **2.1. Структура экологического риска.**

#### ***Вероятность неблагоприятного воздействия***

Различные виды деятельности характеризуются в первую очередь вероятностью неблагоприятного воздействия.

Пусть  $P_p = P_p(i)$  - вероятность реализации неблагоприятного воздействия.

Неблагоприятное воздействие может обладать одним или несколькими экологическими эффектами и, поражающее действие которых характеризуется, в свою очередь, соответствующими экологическими факторами.

Количественной характеристикой повторяемости неблагоприятных воздействий за тот или иной промежуток времени является частота событий  $\lambda$ , измеряемая как отношение числа этих событий  $N$  к соответствующим промежуткам времен  $T$ :

$$\lambda = \frac{N}{T}$$

При заданной величине интенсивности появления событий  $\lambda$  распределение времен между появлениями таких событий описывается распределением Пуассона:

$$\phi(t) = \lambda \exp(-\lambda t);$$

Вероятность того, что в течение времени  $T$  наступит хотя бы одно событие, определяется в соответствии со следующим соотношением:

$$P_p = \int_0^t \phi(t) dt = \lambda \int_0^t \exp(-\lambda t) dt = 1 - \exp(-\lambda t);$$

Как правило, основные виды деятельности, такие как производство продукции, транспортировка и хранение характеризуются вероятностями, значительно меньшими единицы. В этом случае вероятность удобно представить в виде

$$P_p = 10^{-n_0}$$

Обычно  $n_0$  варьируется от 3 до 9. Для расчета вероятности аварий на нефтебазах и АЗС показатель  $n_0$  подчиняется условиям:

$$3,5 < n_0 < 8$$

Для основных видов деятельности диапазон средних частот аварийных ситуаций в год представлен в таблице 1:

Таблица 1

Риски различных видов деятельности

Вид деятельности	Вид источника опасности	Диапазон средних частот аварий в год
Транспортировка	Автомобильный транспорт	$10^{-8} - 10^{-5}$
	Водный транспорт	$10^{-9} - 10^{-3}$
	Железнодорожный транспорт	$10^{-6} - 10^{-5}$
	Трубопроводный транспорт	$10^{-7} - 10^{-4}$
Хранение		$10^{-7} - 10^{-5}$
Переработка		$10^{-6} - 10^{-5}$

Все вышесказанное о вероятности реализации неблагоприятного события Р относится к вероятности первичной аварии, развитие которой может идти по нескольким сценариям, составляющим полную группу несовместимых событий, т. е.

$$\sum_i P_c^i = 1$$

где  $P_c^i$  - вероятность развития событий по i-му сценарию. Кроме того, поражающие факторы, возникающие в результате развития первичной аварии, могут привести к появлению источников вторичных аварий, связанных, например, со взрывами взрывоопасных объектов под действием теплового излучения пожара, нарушением защиты объектов, содержащих токсичные вещества, под действием ударной волны взрыва и т. д.

Тогда, обозначая через  $P_b^j$  - вероятность вторичной аварии на j-м объекте, получаем, что вероятность реализации j-го сценария развития аварии с инициированием j-го вторичного источника опасности будет иметь вид:

$$P_p^{ij} = P_p * P_c^i * P_b^j$$

Для выражения риска той или иной деятельности часто используются понятия индивидуального и группового риска.

Индивидуальный риск представляет собой частоту, с которой индивид может понести определенный ущерб. Обычно показатель индивидуального риска используется для сравнительной оценки риска людей, живущих вблизи и вдали от предприятия. Иными словами, индивидуальный риск характеризует место проживания, он зависит от пространственных координат.

***Вероятность поражения объектов окружающей среды***

Обозначим через  $P_n = P_n(r,u,L)$  вероятность поражения объекта окружающей среды в результате негативного воздействия. Здесь  $r$  -- удаленность объектов от источников воздействия,  $L$  - защищенность объекта системы от поражающего действия экологического эффекта  $u$ .

Для определения вероятности  $P_n$  анализируются экологические эффекты и факторы прогнозируемого негативного воздействия, оцениваются уровни возможных воздействий вредных веществ и излучений, масштабы их распространения с учетом ландшафтных и метеорологических условий, временные периоды их действия. К настоящему времени накоплено достаточно большое количество статистического материала по поражающим факторам радиоактивных и электромагнитных излучений, техногенных загрязнений воздуха, земель и вод, аварий на производстве и транспорте. По многим вопросам пространственно-временного распространения вредных веществ получены теоретические результаты.

В качестве примера рассмотрим взрыв горючего вещества - с последующим пожаром. Тогда основные экологические эффекты связаны с образованием ударной волны и теплового излучения, а поражающие факторы определяются соответственно величинами избыточного давления  $\Delta P(r)$  и теплового импульса  $U(r)$

$$\Delta P(r) = \frac{233}{\sqrt{1 + 0.41(r/R)^3} - 1}$$

$$U(r) = Q_v * \gamma * \exp(-\sigma r) * \Delta t$$

где

$r$  – удаленность от точки взрыва;

$$R = 1.75 * \sqrt[3]{M}$$

$M$  – масса топливно-воздушной смеси

$Q_v$  - теплоемкость;  $\gamma$ - телесный угол, под которым виден огненный шар взрыва с места расположения объекта;

$\sigma$ - коэффициент ослабления излучения атмосферой;

$\Delta t$  - время экспозиции;

Последствия взрыва и последовавшего за ним пожара заключаются в общем случае в детерминированном нанесении экологического и экономического ущерба на малых расстояниях от источника ( $P_n=1$ ) и практическом отсутствии ущербов на значительном удалении от источника ( $P_n=0$ ).

Последствия являются мерой серьезности аварии. Последствия могут быть выражены различными способами в зависимости от вида анализа. Типовым выражением последствий аварии можно считать гибель человека или конкретного числа людей.

Если изучается риск загрязнения окружающей среды, то последствия выражаются в единицах, соответствующих определенным повреждениям окружающей среды.

Если изучается экономический риск, то последствия могут выражаться непосредственно в деньгах, т.е. в сумме, которая могли бы быть потеряна, если бы произошли конкретные события.

$$\text{Риск} = F(\lambda, C),$$

где  $\lambda$  — частота ожидаемой аварии;  $C$  — последствия аварии.

Риск часто выражается через частоту аварий со смертельным исходом (FAR - Fatal Accident Rate). Показатель FAR отражает количество смертельных исходов в течение  $10^8$  часов воздействия вероятных аварийных факторов на здоровье человека. Так, если для некоторого предприятия показатель FAR равен 8,0, это означает, что из 1000 мужчин и женщин, работающих на этом предприятии всю трудовую жизнь (например, 50 лет), при режиме работы в течение 50 недель в год (2 недели отпуск) и 40 часов в неделю, восемь могут погибнуть из-за аварии.

Возможно, что эти восемь человек погибнут в результате одной аварии, а возможно — за весь указанный период.

Нижеследующая таблица дает представление о частоте аварий со смертельным исходом при ведении разных видов хозяйственной деятельности:

Таблица 2

Частота аварий со смертельным исходом при ведении разных видов хозяйственной деятельности

Вид хозяйственной деятельности	FAR за $10^8$ часов
Добыча угля	7.3
Строительство	5.0
Сельское хозяйство	3.7
Химическая промышленность	1.2
Другие	1.2

#### *Величина экологического риска*

Для  $j$ -го объекта окружающей среды, характеризующегося защищенностью  $L_{ij}$  от поражающего действия  $i$ -го экологического эффекта, величина экологического риска равна произведению вероятности реализации неблагоприятного воздействия на вероятность поражения объекта окружающей среды:

$$R = P_p(u_i) * P_n(u_j, L_{ij})$$

С учетом действия совокупности факторов могут быть получены и формулы для соответствующих такому действию рисков.

При этом суммирование рисков имеет смысл лишь при достаточной однородности и однотипности объектов и видов риска.

#### *Цена экологического риска*

Для простейшего случая цена экологического риска определяется как произведение экологического риска  $R$  на экономический эквивалент потерь вследствие прогнозируемого натурального экологического ущерба  $Y$ :

$$G = R * Y$$

При этом в случае нанесения ущерба нескольким составляющим окружающей среды экономический ущерб рассчитывается как сумма

$$Y = \sum_i C_i * W_i$$

где  $W_i$  – обобщенная составляющая прогнозируемого натурального ущерба;

$C_i$  – цена  $i$ -й составляющей натурального ущерба на единицу измерения.

В результате удастся с единых экономических позиций оценить ущерб от загрязнения атмосферы, литосферы и водного бассейна, а также от деградации земель, размещения отходов, уничтожения природных ресурсов.

*Таким образом, введенные выше понятия вероятности для различных видов деятельности и для поражения различных объектов позволяют выделить основные направления предотвращения аварий катастроф. В первую очередь к таким направлениям относятся программы и мероприятия, обеспечивающие снижение вероятности реализации неблагоприятных факторов, а также деятельность по уменьшению вероятности поражения объектов окружающей среды. При этом изначально направления деятельности по снижению риска в высокой степени связаны с субъективной оценкой опасности различных факторов и видов деятельности.*

### **Лекция 3. Подходы к управлению риском.**

#### **3.1. Основные принципы и критерии управления риском.**

В основе управления риском лежит принцип оптимизации соотношений выгоды и ущерба. Стратегическая цель управления риском - стремление к повышению уровня благосостояния общества (максимизация материальных и духовных благ) при обязательном условии: никакая практическая деятельность, направленная на реализацию цели, не может быть оправдана, если выгода от нее для общества в целом не превышает вызываемого ею ущерба (оправданность практической деятельности).

Этот принцип постулируется в одном из важнейших государственных документов России "Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию", в котором он сформулирован следующим образом "... никакая хозяйственная деятельность не может быть оправдана, если выгода от нее не превышает вызываемого ущерба".

1-Й ПРИНЦИП объединяет в себе два фундаментальных, аксиоматических утверждения, формирующих стратегическую цепь управления риском в процессе устойчивого развития

Ценность любой практической деятельности в первую очередь определяется ее полезностью для общества в целом, т. е. ее способностью повысить уровень благосостояния общества. Принцип оценки всех явлений только с точки зрения их полезности и возможности служить средством для достижения той или иной цели был предложен еще в прошлом веке. Это позитивистское направление в философии (утилитаризм), основанное И. Бентамом, получившее в XIX веке распространение в Великобритании, рассматривало пользу основой нравственности и критерием человеческих поступков.

Только учет всех "плюсов и минусов" (выгоды и ущерба) любой деятельности может дать ответ на вопрос о ее полезности, целесообразности. При этом, учитывая то обстоятельство, что выгода и ущерб от конкретной деятельности могут "достаться" разным членам общества, тем не менее, считается необходимым исходить из принципа общего блага от этой деятельности.

Изложенный принцип в общем случае, если его использовать без каких-либо ограничений, может содержать серьезное противоречие с реальной действительностью. Этот принцип основан на стремлении к достижению максимально возможного уровня благосостояния общества в целом, которое можно считать аксиоматичным только в условиях равномерного распределения общественных благ среди членов общества - равномерного распределения как выгоды, так и ущерба. В действительности, характерной особенностью нашей жизни являются ситуации, в которых негативные и позитивные результаты любой деятельности распределяются между членами общества крайне неравномерно: определенная группа населения испытывает ущерб от той деятельности, которая выгодна для другой группы. Чтобы исключить это противоречие, необходимо ввести определенные ограничения на практическую деятельность, которые гарантировали бы реализацию материальных и духовных потребностей каждого отдельного индивидуума при условии обеспечения его личной безопасности. С этой целью предлагается дополнить данный принцип следующими подпринципами.

ПОДПРИНЦИП 1 (А). Деятельность, при которой отдельные индивидуумы подвергаются чрезмерному риску, не может быть оправдана, даже если эта деятельность выгодна для общества в целом.

ПОДПРИНЦИП 1 (Б). Члены общества добровольно соглашаются на наличие в их жизни определенного, не превышающего чрезмерного уровня, риска от той или иной деятельности, которая требуется для удовлетворения их материальных и духовных потребностей.

ПОДПРИНЦИП 1 (В) Должны быть предприняты все возможные меры для защиты каждой личности от чрезмерного риска. Затраты на эти меры (денежные компенсации, перемещения населения, создание защитных барьеров и т. д.) включаются в общую сумму затрат на данный проект или вид деятельности и, таким образом, учитываются при оценке полезности

реализации данного проекта или вида деятельности для общества в целом. При выборе конкретных мер защиты от чрезмерного риска необходимо в обязательном порядке учитывать мнение индивидуума, нуждающегося в такой защите.

Эти подпринципы требуют введения понятия "чрезмерный уровень риска", которое в последнее время получило широкое распространение в практической деятельности по обеспечению безопасности. Его введение основано на аксиоматической формулировке понятия о предельно допустимом уровне (ПДУ) риска для индивидуума.

ПДУ риска должен быть настолько достаточно низким, чтобы это не вызывало какого-либо беспокойства индивидуума. Соответственно, установление конкретного численного значения для ПДУ - это, в первую очередь, социальная проблема, решение которой входит в компетенцию социальных наук и политики. Естественно, что ее решение основывается на стремлении установить конкретное численное значение для величины ПДУ на таком низком уровне, какой технически достижим. Однако при этом учитывается, что такое стремление, как показывают практика и расчеты, связано с очень большими экономическими затратами на снижение риска, которые в конечном итоге, как правило, ведут к нерентабельности самой хозяйственной деятельности. В силу этого, при установлении конкретного численного значения для ПДУ риска, отдавая приоритет социальным аспектам проблемы, учитывают и уровень экономического развития, достигнутого в рассматриваемой социально-экономической системе. Принятое конкретное значение для ПДУ, как обязательное условие, должно соответствовать социальным требованиям и в то же время обеспечивать жизнеспособность дальнейшего развития экономики рассматриваемой СЭС. Более высокий уровень экономического развития позволяет установить более низкие значения для ПДУ.

#### *Принцип оптимизации защиты от опасности (2-й принцип)*

Тактическая цель управления риском - стремление к увеличению среднестатистической продолжительности предстоящей жизни (СППЖ), в течении которой личность может вести полноценную и деятельную жизнь в состоянии физического, душевного и социального благополучия (оптимизация защиты).

#### *Принцип региональности (3-й принцип)*

Политика в области управления риском будет эффективной и последовательной только в том случае, если в управление риском включен весь совокупный спектр существующих в регионе опасностей и вся информация о принимаемых решениях в этой области без каких-либо ограничений доступна самым широким слоям населения (региональный императив).

#### *Принцип экологического императива (4-й принцип)*

Политика в области управления риском должна реализовываться в рамках строгих ограничений техногенного воздействия на природные экосистемы (экологический императив).

Знания о риске можно получить путем анализа риска и изучения аварий, которые происходили на аналогичных предприятиях или предприятиях, перерабатывающих тот же вид сырья.

Управление риском – целенаправленные действия по ограничению или минимизации риска в системе экономических отношений.

Процесс управления риском состоит из следующих этапов:

- **идентификация рисков;**
- **оценка риска;**
- **выбор методов управления риском и их применение.**

*Идентификация риска заключается в систематическом выявлении и изучении рисков, которые характерны для данного вида деятельности. При этом определяются:*

- **опасности, представляющие угрозу;**
- **ресурсы предприятия, которые могут пострадать;**
- **факторы, влияющие на вероятность реализации риска;**
- **ущербы, в которых выражается воздействие риска на ресурсы.**

*Факторы, влияющие на вероятность реализации риска, подразделяются на:*

- **факторы I порядка – это первичные причины, вызывающие риск. Чаще всего они носят объективный характер и находятся вне контроля (стихийные бедствия, аварии и т.д.);**
- **факторы II порядка влияют на вероятность возникновения ущерба и его величину. Сами по себе они не являются причиной ущерба. Эти факторы, в свою очередь, делятся на объективные и субъективные. Объективные факторы – это строительные материалы и конструкции здания, наличие системы обеспечения безопасности на предприятии, местонахождение объекта и т.д. Субъективные факторы связаны с особенностями поведения и характером человека, они оказывают решающее воздействие на рисковую ситуацию.**

Оценка риска сводится к определению степени его вероятности и размеров потенциального ущерба.

Существует 4 метода управления риском: 1) упразднение; 2) предотвращение потерь и контроль; 3) страхование; 4) поглощение.

Упразднение исключает какую - либо деятельность в зоне риска. Метод абсолютно надежный, но его повсеместное применение означает полное сворачивание деятельности.

Предотвращение потерь означает проведение превентивных мероприятий, исключающих или уменьшающих риск возникновения нежелательного процесса.

Страхование является распределением возможных потерь среди большой группы физических и юридических лиц, подвергающихся однотипному риску.

Поглощение предполагает признание риска без распределения его посредством страхования. Управленческое решение о поглощении может быть принято по двум причинам: 1) в случаях, когда не могут быть использованы другие методы управления риском (для рисков, вероятность которых достаточно мала); 2) при применении самострахования.

Управление риском решает две основные задачи:

- Анализ величины экологического риска и принятие решений, направленных на ее снижение до пределов, соответствующих приемлемому уровню риска;
- Анализ цены экологического риска и реализация методов ее снижения.

Алгоритм стратегии управления риском основан на логических операциях выбора направления действий в зависимости от выполнения критериев приемлемости величины и цены экологического риска.

1. Если оценка величины экологического риска показывает, что он мал по сравнению с пренебрежимо малым уровнем риска, то экологический риск принимается пренебрежимо малым и дальнейшие шаги не обязательны.
2. Если риск оказывается в диапазоне между пренебрежимо малым и предельно допустимым, то на основе оценки риска проводится расчет цены экологического риска. Если она удовлетворяет заданным требованиям, то дальнейшие мероприятия не планируются. Если цена экологического риска превышает приемлемый уровень, то необходимо реализовать мероприятия, направленные на снижение риска и предотвращение ущерба. Если реализация планируемых мероприятий приведет к снижению цены экологического риска до приемлемого уровня, то задача по управлению риском решена.
3. Если экологический риск в результате оценки превысил предельно допустимый уровень, то необходимо: а) оценить мероприятия по повышению технической безопасности техногенного объекта, направленные на снижение вероятности реализации неблагоприятных эффектов (основное направление); б) оценить эффект от повышения защищенности объектов окружающей среды (дополнительное направление). В случае достижения приемлемого уровня экологического риска в зависимости от его величины реализуется либо первый либо второй вариант.

Метод уменьшающихся рисков, разработанный А.А. Быковым, позволяет реализовать управление экологическим риском в виде итерационного процесса.

Пусть в начальный момент времени известны значения экологического риска  $R_0$ , ущерба  $Y_0$  и цены экологического риска  $G_0$ . Пусть мероприятия по снижению риска и ущерба в сумме *составят*:  $z_{\partial on}^{R_0} + z_{\partial on}^{Y_0} = z_{\partial on}^{G_0}$

Если эта величина в сумме с новым значением  $G_1$  окажется меньше первоначального значения  $G_0$ , то затраты, направленные на снижение риска привели к положительным результатам. Практика многих стран показывает, что по крайней мере на начальном этапе внедрения системы управления экологическим риском сравнительно малые вложения приводят к существенному снижению цены риска. Процедура может повторяться до тех пор, пока стоимость новых мероприятий не превысит уменьшения цены экологического риска от их реализации.

Существует немало мер безопасности, которые могут подойти в той или иной ситуации:

- По возможности, замена опасных материалов безопасными или менее опасными в существующем технологическом процессе.
- Снижение запасов опасных материалов. Производство опасных материалов на месте и их использование непосредственно в технологическом процессе.
- Обеспечение безопасного расстояния между опасным производством и жилой зоной. Предотвращение размещения жилых зданий и других общественных сооружений вблизи предприятия. Если потребуется, выкуп земли вокруг предприятия для обеспечения безопасного расстояния для населения.
- Применение автоматизации с тем, чтобы необходимость для производственного персонала посещать опасные производственные участки предприятия была минимальной.
- Предотвращение аварийных утечек путем:
  - грамотного проектирования конструкций с применением коррозионно-стойких материалов, рассчитанных на определенное давление;
  - соблюдения установленных норм и стандартов;
  - эксплуатации предприятия в соответствии с установленным ограничением по предельной мощности;
  - анализа по методике определения опасностей и работоспособности (HAZOP) во время проектирования и до внесения изменений на предприятии;
  - регулярного ремонта и технического обслуживания;
  - подготовки письменного руководства по безопасной эксплуатации и техническому обслуживанию (ремонту) оборудования;
  - подготовки и повышения квалификации операторов, ответственных за соблюдение техники безопасности;
  - минимизации потенциальных источников возгорания на предприятиях, использующих горючие и воспламеняющиеся материалы (специальные конструкции электрооборудования и приборов, запрет и специальные меры предосторожности при проведении сварочных работ, ремонт и техническое

- обслуживание оборудования с вращающимися узлами для предотвращения перегрева от трения);
- быстрого определения любых утечек путем использования детекторов газа, манометров или других средств, в том числе для изоляции подтекающих участков, а также автоматических или ручных дистанционных задвижек для снижения объема выброса опасных веществ. Продувка изолированных участков через трубопроводные системы безопасности, такие как факельная установка, скруббер или вытяжная труба;
  - оснащения системами аварийной сигнализации и разработки планов эвакуации людей в безопасные места, расположенные вдали того места, где возможен выброс опасных веществ в значительных количествах;
  - оборудование предприятия противопожарными автоматическими системами, такими как: спринклеры, дренчеры и огнетушители для снижения ущерба от пожара.
  - использования подручных средств, обучения персонала пользованию противогазами и другими специальными средствами защиты при локализации утечек, борьбе с огнем или выбросом газа. Например, при выбросе аммония, который хорошо растворяется в воде, использование завесы из водяной пыли может способствовать поглощению значительной части этого вредного вещества в облаке выброса.

### **3.2. Цикл управления риском.**

*Цикл управления риском как итерационный процесс основан на возможности осуществления эффективного уменьшения цены экологического риска с учетом стоимости мероприятий по снижению риска. При этом выбор тех или иных мероприятий, обеспечивающих снижение цены риска соответствует подходу, называемому в международной практике ALARA (as low as reasonably applicable) Это подход к управлению риском, который подразумевает его максимально возможное снижение, достигаемое за счет реально имеющихся (ограниченных) ресурсов. Особенность подхода заключается в преимущественной ориентации не на жесткие нормативы, а на такие решения, которые разумны с экономической точки зрения.*

*Две основные фазы управления риском.*

Основы деления управления риском на фазы заложены в докладе «Оценка риска на уровне федерального правительства: управление процессом», подготовленным Национальным Научным Советом Национальной Академии наук США в 1983 г .

Принято делить этапы на две фазы. В первой фазе поэтапный процесс состоит в определении опасности, оценке «доза – ответ», оценки воздействия, характеристике риска. Любая оценка риска начинается с идентификации опасности или определения проблемы.

После того, как идентифицированы опасности, следующий шаг – определение потенциальных поражений объектов окружающей среды; воздействие происходит, когда организм входит в контакт с опасностью, т.е. совместное появление по времени и месту (пространству) опасности и «рецептора» индивидуума. Другими словами, опасность представляет собой риск только если имеется такой контакт.

Целью оценки «доза – отклик» является определение взаимосвязи между степенью воздействия опасности и размером и вероятностью негативных последствий. В характеристике риска, результаты оценки воздействия и зависимости «доза – отклик» объединяются, давая возможность провести количественные оценки риска, а также связанные с ними неопределенности.

Данный шаг является «мостом» между оценкой риска и управлением риском. В анализе безопасности конечные результаты хорошо определены: Примерами таких результатов являются: смертность, число пострадавших и экономические потери.

Для анализа кратковременных воздействий причинно - следственные зависимости совершенно четкие, как в катастрофических авариях в Бхопале и Чернобыле. Напротив, значительная неопределенность присуща анализу оценки риска здоровью из-за множественной причинности, видов заболеваний среди населения, длительного периода развития (латентности), где причинно - следственные зависимости выражены не столь явно.

Наиболее важной является вторая фаза, которая представляет собой собственно управление риском. Она делится на принятие решения о внедрении, внедрение, осуществление мониторинга и оценки хода реализации программы и организацию наблюдения за состоянием системы.

#### *Обеспечение безопасного жизненного цикла управления предприятием*

Большинство крупных аварий связано с одним или несколькими из следующих явлений:

- Выбросом токсичных веществ;
- Выбросом или сбросом горючих веществ, их разлитию, пожару или взрыву.
- Неуправляемой химической реакцией.

Опасность хранения химические вещества возрастает при хранении их

- в значительных количествах,
- под давлением;
- при температуре выше точки кипения.

Поэтому предотвращение аварий требует значительных усилий и финансовых затрат на всех этапах управленческого цикла. Средства, затраченные на обеспечение безопасности,

уменьшают прибыль предприятия в краткосрочной перспективе и снижают конкурентоспособность его продукции. Направление деятельности по предотвращению аварий может осуществляться эффективно лишь на основе включения его в стратегию развития.

В худшем случае компания может потерять бизнес или будет вынуждена закрыть предприятие под давлением со стороны общественного мнения. Может быть подорвана репутация компании. Может потребоваться перепрофилирование предприятия, что повлечет потерю выпуска продукции в течение переходного периода (может быть до нескольких лет), что в свою очередь, может привести к потере компанией своей доли на рынке.

В большинстве случаев, компании, где возникли крупные аварии, несут огромные финансовые потери и теряют репутацию. Для иллюстрации приведем ряд примеров:

В 1974 г. после аварии в Фликсборо, промышленная площадка перешла к конкуренту фирмы Нипро. Предприятие было переоборудовано для использования другой технологии, однако вскоре было закрыто совсем.

В 1976 г. репутации швейцарского фармацевтического гиганта компании «Хоффманн-ЛяРош» был нанесен серьезный удар после аварии в Севезо.

В 1984 г. компания «Юнион Карбайд» была вынуждена прекратить свою производственную деятельность в Индии и покинуть страну в результате газовой трагедии в Бхопале. Репутация компании была подорвана и она была вынуждена выплатить огромные суммы страховки.

В 1988 г. компания «Оксидентал Петролеум» вынуждена была закрыть свою производственную деятельность в Англии и покинуть страну вследствие аварии на нефтяной платформе «Пайпер Альфа».

Трагедия другого рода, когда в 1988 г террористы взорвали бомбу на борту самолета «ПанАм», пролетавшего в тот момент над местечком Локерби, Шотландия. Авиакомпания «ПанАм», одна из крупнейших и наиболее престижных авиакомпаний в мире, вскоре после этого случая разорилась. Несмотря на то, что авиакомпания не имела отношения к установке бомбы на борту самолета, ее плохая система обеспечения безопасности считалась одним из важных факторов, помешавшим вовремя обнаружить бомбу.

Есть и иные соображения, повышающие важность разработки стратегии снижения риска аварийности. Персонал компании будет работать с большей заинтересованностью и продуктивностью, если будет видеть озабоченность администрации компании их безопасностью.

Соседи и местные жители будут более доброжелательно настроены к компании, если увидят, что она серьезно относится к вопросам обеспечения безопасности.

Технология и оборудование, предназначенные для предотвращения крупных аварий, так же будут способствовать снижению числа мелких аварий и травм (приводящих к потере времени), и, тем самым, росту производства.

*Таким образом, долгосрочные результаты разработки и внедрения стратегии предприятия по снижению риска аварий в конечном счете экономически состоятельны: они могут обеспечить как повышение устойчивости организации или ее наиболее уязвимых частей, так и долгосрочные экономические выгоды.*

#### **Лекция 4. Федеральное и региональное законодательство в области промышленной и экологической безопасности**

##### **4.1. Правовое обеспечение экологической безопасности.**

Широкий круг вопросов обеспечения экологической безопасности с начала девяностых годов нашел отражение в российском законодательстве в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения и охраны окружающей природной среды. Интенсивно развивающееся законодательство в период с 1993 по 1996 г., привело к появлению новых законов, регулирующих отношения по безопасности на предприятиях. Это касается вопросов охраны труда, пожарной безопасности, чрезвычайных ситуаций и ряда других. К этой группе законов относятся «Основы законодательства по охране труда», федеральные законы "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера", "О пожарной безопасности", "Об экологической экспертизе" и другие. В результате отношения по безопасности для предприятий, аварии на которых могут произойти с ничтожно малой вероятностью и последствия этих аварий практически не представляют опасности для населения и окружающей среды, в достаточной степени регулируются действующим законодательством. Среди относящихся к этой группе законов регулирование отношений по экологическому страхованию представлено Федеральным законом "Об охране окружающей среды" и Законом РФ "Об организации страхового дела в Российской Федерации".

Первый из них рассматривает экологическое страхование как один из методов экономического регулирования в области охраны окружающей среды (глава IV, ст. 18): "Экологическое страхование осуществляется в целях защиты имущественных интересов юридических и физических лиц на случай экологических рисков. В Российской Федерации может осуществляться обязательное государственное экологическое страхование". Причем следует отметить, что государственное страхование осуществляется страховыми организациями любой формы собственности, но за счет средств, предоставленных из соответствующего бюджета (статья 927 ГК Российская Федерация).

Закон РФ "Об организации страхового дела в РФ" в большей части оказался поглощенным Гражданским кодексом и реально регулирует лишь организационные аспекты страхования.

Правовое обеспечение предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций осуществляется на основе федерального закона и. подзаконных актов главным образом МЧС РФ.

Основные документы перечислены ниже.

Федеральный закон РФ от 21.12.1994 “О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера”;

Постановления Правительства РФ:

“О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций” № 1113 от 05.11.1995;

“О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера” № 1094 от 13.09.1996;

“О порядке сбора и обмена в Российской Федерации информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера” №334 от 24.03.1997.

Развитие принципов обеспечения экологической безопасности находит отражение в региональном законодательстве, например в законе Нижегородской области «Об экологической безопасности». Этот закон констатирует недопущение на территории Нижегородской области деятельности, последствием которой является ухудшение экологической ситуации. Перечень экологически опасных видов деятельности и источников опасности устанавливается решением органов власти Нижегородской области. Установлены также порядок и нормы включения вопросов обеспечения экологической безопасности в программы социального и социально-экономического развития. Дополнительные по сравнению с федеральным законодательством ерами являются:

- Возможность ужесточения отдельных требований к экологической безопасности по сравнению с федеральным законодательством;
- Установление требований к социальной политике, в первую очередь к экологическому воспитанию и образованию;
- Установление требований к расселению населения и градостроительной политике, включая введение экологического зонирования территорий;
- Повышение эффективности управления экологической безопасностью на основе координации деятельности всех организаций, обеспечивающих экологическую безопасность, исходя из приоритета территориальных интересов над отраслевыми;
- Обязательность включения вопросов экологической безопасности в программы социально-экономического развития.

С принятием нового Федерального закона РФ «Об охране окружающей среды» законодательство в области обеспечения экологической безопасности приведено в соответствие с российским законодательством начала 21 века. Для объектов, не являющихся источниками повышенного риска, законодательство представляется довольно целостным и сбалансированным.

## **Лекция 5. Федеральное и региональное законодательство в области промышленной и экологической безопасности**

### **5.1. Правовое регулирование безопасности опасных производств. Российское законодательство в области промышленной безопасности.**

Иная картина складывается для потенциально опасных объектов. Снижение риска возникновения аварий на них требует применения специальных правовых механизмов, которые и установлены федеральными законами "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", "Об использовании атомной энергии" и "О безопасности гидротехнических сооружений".

Правовой основой обеспечения в Российской Федерации промышленной безопасности является Федеральный Закон РФ № 116-ФЗ от 21.07.97 г "О промышленной безопасности опасных производственных объектов»).), в котором описываются основные процедуры, используемые для регулирования промышленной безопасности — лицензирование, декларирование безопасности. В основу Федерального закона России "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" положены принципы «Конвенции о трансграничном воздействии промышленных аварий», принятой ООН в 1992 г. Эту Конвенцию подписали 72 страны, в том числе Россия. Конвенция направлена на предотвращение промышленных аварий, обеспечение готовности к ним и ликвидации последствий аварий, которые могут привести к трансграничному воздействию. Практически все принципы, содержащиеся в Конвенции, нашли отражение в Российском законодательстве.

В соответствии с Федеральным законом РФ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", «для осуществления государственной политики в области промышленной безопасности, Президент Российской Федерации или по его поручению Правительство Российской Федерации определяет федеральный орган исполнительной власти, специально уполномоченный в области промышленной безопасности, и возлагает на него осуществление соответствующего нормативного регулирования, а также специальные разрешительные, надзорные и контрольные функции в области промышленной безопасности. Другие федеральные органы исполнительной власти, которые осуществляют отдельные функции нормативно-правового регулирования, разрешительные, контрольные и надзорные функции в области промышленной безопасности, должны координировать свою деятельность с назначенным специально уполномоченным органом.

Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" направлен на предупреждение аварий на производственных объектах, которые по определенным в нем критериям относятся к категории опасных. В законодательной практике развитых стран аналогичные законы появились намного лет раньше после ряда крупных промышленных аварий. К наиболее известным относятся Директива № 82/501/ЕЭС "О предотвращении крупных промышленных аварий" (Директива Севезо), Закон о чрезвычайном планировании и праве населения на информацию (США), Закон об аварийных ситуациях (ФРГ), система актов СИМАН по безопасности в промышленности (1985 г., Великобритания) и другие.

Одним из наиболее сложных вопросов как при разработке, так и при реализации закона стал вопрос определения сферы действия закона. Сфера применения тесно связано с понятием "опасный производственный объект". В международном праве также отсутствует определение данного понятия, а законодательно установлены различные критерии, по которым объекты относятся к категории опасных. Поэтому в законе "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" использованы критерии, предложенные в Конвенции о трансграничном воздействии промышленных аварий. Опасные производственные объекты определяются по наличию на них опасных веществ. При количествах веществ равных и больших, чем предложено в Конвенции, к объекту применяются дополнительные меры правового регулирования. Федеральным законом "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" введен еще один критерий для определения опасных производственных объектов - к ним относятся объекты, на которых используются сложные технические устройства и ведутся горные работы и работы в подземных условиях. Критерии отнесения объектов к опасным представлены в приложениях к закону. Объекты, на которых используются радиоактивные опасные вещества, регулируются Федеральными законами "Об использовании атомной энергии" и "О радиационной безопасности населения".

Одним из основных элементов регулирования промышленной безопасности в законе является лицензирование деятельности в области промышленной безопасности. Лицензии выдаются федеральным органом исполнительной власти, специально уполномоченным в области промышленной безопасности, и являются официальным разрешительным документом, удостоверяющим право владельца на проведение определенного вида деятельности. При рассмотрении вопроса о выдаче лицензии на эксплуатацию опасного производственного объекта заявитель представляет акт приемки опасного производственного объекта в эксплуатацию или положительное заключение экспертизы промышленной безопасности, а также договор страхования ответственности за причинение вреда в случае аварии на опасном производственном объекте.

Статьей 15 "Обязательное страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта" впервые в страховую практику России

введен специальный вид страхования - обязательное страхование гражданской ответственности организаций, эксплуатирующих опасный производственный объект, на случай причинения вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц и окружающей природной среде в результате аварии на опасном производственном объекте.

В соответствии с законом Российской Федерации "О страховании" (статья 3) обязательным является страхование, осуществляемое в силу закона. Виды, условия и порядок проведения страхования определяются соответствующими законами Российской Федерации. Статьей 939 Гражданского кодекса Российской Федерации определяется, что объекты, подлежащие обязательному страхованию, риски, от которых они быть застрахованы, и минимальные размеры страховых сумм устанавливаются законом.

Федеральным законом "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" определены риски, от которых должны быть застрахованы опасные производственные объекты, а также минимальные размеры страховой суммы страхования ответственности. В соответствии со статьей 15 "Обязательное страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта" организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана страховать ответственность за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц и окружающей природной среде в случае аварии. Авария в соответствии с требованиями федерального закона - это разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ.

Условия обязательного страхования гражданской ответственности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, в соответствии с действующим законодательством определяется по согласованию двумя федеральными органами исполнительной власти - Министерством финансов Российской Федерации (Департамент страхового надзора) и Федеральным горным и промышленным надзором России.

Практическая реализация требований Федерального закона "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" в части обязательного страхования ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта начата с конца девяностых годов.

В настоящее время правовое регулирование экологического страхования осуществляется рядом нормативных актов, в первую очередь, Гражданским кодексом РФ, глава 48 которого специально посвящена страхованию как отдельному виду обязательств. Для экологического страхования главным образом имеют значение положения ГК, содержащиеся в статьях 927, 929, 931, 935, 936, 947, 963, 966, которые прямо закрепляют отдельные аспекты, относящиеся к страхованию ответственности, а именно:

а) обязательное страхование гражданской ответственности за причинение экологического вреда осуществляется в силу прямого указания закона (ч. 2 ст. 927);

б) данный вид страхования может осуществляться страхователями (хозяйствующими субъектами) как за свой счет, так и за счет заинтересованных лиц (ч. 2 ст. 927). Однако обязательное страхование ответственности за счет бюджета не предусмотрено (ч. 3 ст. 927);

в) договор страхования риска ответственности за причинение вреда (и в том числе экологического) считается заключенным в пользу лиц (выгодоприобретателей), которым может быть причинен вред. Эти лица вправе предъявить требование о возмещении вреда непосредственно страховщику (ч.ч. 3, 4 ст. 931);

г) иск по требованиям, вытекающим из договора данного вида, может быть предъявлен в течение двух лет (ст. 966).

Федеральный закон "О безопасности гидротехнических сооружений" рассматривает страхование риска гражданской ответственности в качестве одного из вариантов обеспечения ответственности за вред, причиненный в результате аварии гидротехнического сооружения. Закон устанавливает обязательность страхования риска гражданской ответственности на время строительства и эксплуатации объекта. Условия и порядок такого страхования регулируются путем отсылки к специальному федеральному закону (ст. 15).

Федеральный закон "О соглашениях о разделе продукции" рассматривает страхование ответственности по возмещению ущерба в случае аварий, повлекших за собой вредное влияние на окружающую природную среду, в качестве обязательства инвестора (п. 2 ст. 7).

Федеральный закон "Об использовании атомной энергии" называет страховой договор в числе видов финансового обеспечения эксплуатирующей организации на случай возмещения убытков, причиненных радиационным воздействием, и соответственно - необходимым условием для получения разрешения на эксплуатацию ядерного объекта (ст. 5б).

Введение обязательного страхования ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта осуществляется после согласования и утверждения нормативных и методических документов совместными приказами Минфина России и Госгортехнадзора России.

При выдаче лицензии государственному органу, уполномоченному на ее выдачу, необходимо иметь информацию об объекте. Такая информация нужна и при принятии ответственных решений на уровне органов, регулирующих вопросы обеспечения промышленной безопасности, и органов местного самоуправления. На информацию об объекте должна иметь право и общественность. Информация должна включать не только технические и организационные сведения об объекте, но и результаты проведенного анализа опасностей промышленного объекта и описание принятых предпринимателем мер по предотвращению аварий. Для наиболее опасных объектов, определенных законом, такая информация

представляется в виде Декларации промышленной безопасности. Процедура декларирования безопасности эффективно применяется на практике в Европейском Сообществе. Впервые она установлена в Директиве Севезо, регламентируется Международной Организацией Труда в Конвенции № 174 "О предотвращении крупных промышленных аварий" (1993 г.), в соответствии с которой руководство каждого опасного предприятия (объекта, установки) должно представлять в органы местной власти и специально уполномоченные органы Декларацию безопасности (Safety Report) - единый документ, объединяющий вопросы идентификации и оценки основных опасностей и обоснования принятых мер для безопасной эксплуатации промышленного объекта, а также мер на случай аварий.

Декларация промышленной безопасности является документом, определяющим возможные характер и масштабы чрезвычайных ситуаций на промышленном объекте и мероприятия по их предупреждению и ликвидации. Декларация должна характеризовать безопасность промышленного производства на этапах его ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации и содержать сведения о месторасположении, природно-климатических условиях размещения и численности персонала промышленного объекта, основные характеристики и особенности технологических процессов и производимой на промышленном объекте продукции, анализ риска возникновения на промышленном объекте чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, оценку условий развития и возможных последствий чрезвычайных ситуаций, в том числе выбросов в окружающую среду вредных веществ, порядок информирования населения и органа местного самоуправления, на территории которого расположен промышленный объект, о прогнозируемых и возникших на промышленном объекте чрезвычайных ситуациях. В состав Декларации входит информационный лист безопасности, содержащий основную информацию о предприятии и об опасностях, которые представляет предприятие для населения. Любой желающий имеет право получить этот информационный лист, а в случае необходимости и Декларацию безопасности.

Декларацию утверждает руководитель организации, эксплуатирующей опасный производственный объект. Он же несет ответственность за полноту и достоверность представленной в ней информации. Декларация промышленной безопасности вместе с положительным заключением экспертизы промышленной безопасности представляется органам государственной власти и органам местного самоуправления.

Не менее важными принципами регулирования промышленной безопасности, содержащимися в законе, являются требования сертификации оборудования и проведения экспертизы промышленной безопасности. Целью проведения обязательной сертификации технических устройств, используемых на опасных производственных объектах, является снижение риска возникновения аварийных ситуаций за счет использования некачественного оборудования. Требование распространяется как на отечественное, так и на импортное

оборудование. Экспертиза промышленной безопасности может проводиться одновременно с осуществлением других экспертиз (экологической, строительной, санитарной, пожарной), с целью проверки выполнения требований промышленной безопасности в проектно-конструкторской документации, декларациях промышленной безопасности, иных документах, связанных с эксплуатации опасного производственного объекта. Экспертиза также проводится для оборудования, зданий и сооружений опасного производственного объекта.

Одной из основных целей Федерального закона "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", является повышение ответственности организации, эксплуатирующей опасные производственные объекты, за соблюдение требований промышленной безопасности. Руководитель организации обязан обеспечивать укомплектованность штата работников опасного производственного объекта, допускать к работе лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям и не имеющих медицинских противопоказаний к указанной работе, а также обеспечивать проведение подготовки и аттестации работников в области промышленной безопасности. В новых экономических условиях серьезной проблемой стало снижение уровня квалификации как руководящих, так и рядовых работников опасных объектов. Это обусловлено, с одной стороны, появлением негосударственных, коммерческих организаций, руководителями которых стали люди, не имеющие необходимого образования, с другой стороны, оттоком квалифицированных работников из-за невыплат заработной платы и иных экономических трудностей.

Руководитель предприятия обязан приостанавливать эксплуатацию опасного производственного объекта самостоятельно или по предписанию федерального органа исполнительной власти, специально уполномоченного в области промышленной безопасности, его территориальных органов и должностных лиц в случае аварии или инцидента на опасном производственном объекте, а также в случае обнаружения вновь открывшихся обстоятельств, влияющих на промышленную безопасность, осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте, оказывать содействие государственным органам в расследовании причин аварии, анализировать причины возникновения инцидента на опасном производственном объекте, принимать меры по устранению указанных причин и профилактике подобных инцидентов, вести учет аварий.

Недостатки существующей практики обеспечения безопасности промышленных объектов повышенной опасности связаны отчасти с недостатками в организации и осуществлении надзора и контроля за деятельностью опасных производственных объектов. Закон устанавливает орган, уполномоченный Президентом Российской Федерации или по его поручению Правительством Российской Федерации осуществлять надзор за соблюдением требований промышленной безопасности, наделяет этот орган определенными полномочиями. Но помимо государственного надзора законодательно закреплена обязанность предприятия

осуществлять производственный контроль. В условиях плюрализма форм собственности это требование закона очень своевременно, поскольку в целях экономии средств в последнее время наблюдается тенденция к ликвидации подразделений по технике безопасности на предприятиях.

## **Лекция 6. Экономические методы предотвращения и компенсации убытков от загрязнения окружающей среды**

### **6.1. Понятие и роль экономического механизма природопользования в обеспечении экологической безопасности**

Экономический механизм природопользования – это система организационных и экономических мер органов государственного управления, местного самоуправления и природопользователей по поводу использования и охраны природных ресурсов. Экономический механизм природопользования направлен на стимулирование деятельности природопользователей по сохранению природных ресурсов и их рациональному использованию, по снижению вредного воздействия на окружающую природную среду, по стимулированию природоохранной деятельности и производства экологически чистой продукции.

Целью экономического механизма является согласование экономических и экологических интересов общественного производства как вертикальных – федеральных, региональных, локальных, так и горизонтальных – территориальных, ведомственных и между предприятиями. Согласно Указу Президента РФ от 4 февраля 1994 г. № 236 «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития» конечной целью разрабатываемой стратегии является достижение экономического благосостояния в хозяйственной деятельности в сочетании с экологической безопасностью России.

Экономический механизм экологической безопасности в России стал развиваться с 60-х годов XX века. До этого времени проблемы охраны окружающей среды решались преимущественно на основе административно-правовых методов, путём запретов, ограничений, мер административного и уголовного наказания. Анализ практики применения правовых мер показал, что использование только прямых методов воздействия на природопользователей на основе отношений власти и подчинения неэффективно, так как не приводит к заметному улучшению состояния окружающей среды. Отсюда следует вывод о необходимости применения экономических рычагов, основанных на материальной заинтересованности природопользователей в охране окружающей среды, и важной роли этих методов для обеспечения экологической безопасности.

Функционирование экономического механизма природопользования и охраны окружающей среды регламентировано Законом «Об охране окружающей среды».

Согласно [59] экономический механизм природопользования и охраны окружающей среды состоит из следующих элементов:

- система экономических инструментов природоохранной деятельности;
- система финансирования природоохранных мероприятий;

- платность природопользования;
- ценообразование с учётом экологического фактора на первичные и вторичные ресурсы;
- создание рынка природных ресурсов;
- экологическое страхование;
- создание механизма реализации государственных и региональных экологических программ.

В составе рассматриваемого экономического механизма природопользования особо выделим методы предотвращения и компенсации убытков от аварийного загрязнения окружающей среды, под которыми будем понимать совокупность предусмотренных законодательством экономических мер, направленных на обеспечение экологически безопасной деятельности производственных объектов и компенсацию убытков от аварий экологического характера. К таким методам, по нашему мнению, относятся:

- планирование программ по обеспечению экологической безопасности;
- финансирование превентивных мероприятий, направленных на снижение экологического риска;
- штрафные санкции за аварийное загрязнение окружающей среды;
- экологическое страхование;
- льготное кредитование и налогообложение, а также иные поощрительные меры, способствующие повышению заинтересованности предприятий в снижении экологического риска.

Одним из основных методов снижения риска аварийного загрязнения окружающей среды является проведение превентивных природоохранных мероприятий. Мировая практика свидетельствует о высокой эффективности вложений в экологические программы. Так, в Германии было подсчитано, что 1 марка, вложенная в охрану окружающей среды, обеспечивает предотвращение экологического ущерба в среднем в размере 3 марок. При этом каждая марка, вложенная в охрану атмосферы, предотвращает ущерб в 15 марок [49]. Не меньший эффект может быть достигнут в результате проведения природоохранных мероприятий на отечественных предприятиях. Согласно экспертным расчетам эффективность затрат на охрану водных объектов равна 9,7 руб. на рубль вложений. Однако охрана окружающей среды требует больших финансовых затрат, которые к тому же имеют устойчивую тенденцию к возрастанию. Так стоимость очистных сооружений на предприятии составляет иногда до 40% стоимости самого предприятия [50]. Из вышеизложенного следует, что адекватное финансирование является одним из важнейших условий осуществления природоохранных мероприятий.

Финансирование экологических программ и мероприятий по охране окружающей среды может производиться за счет:

- республиканского бюджета РФ, бюджетов субъектов РФ и бюджетов органов местного самоуправления;
- средств предприятий, учреждений и организаций;
- федерального, территориальных и местных экологических фондов;
- фондов экологического страхования;
- кредитов банков;
- добровольных взносов населения, иностранных юридических лиц и граждан, а также других источников.

Рассмотрим подробнее существующие источники инвестирования экологической деятельности в следующем параграфе.

## **Лекция 7. Экономические методы предотвращения и компенсации убытков от загрязнения окружающей среды**

### **7.1. Источники финансирования экологических программ и мероприятий по охране окружающей среды.**

До начала 90-х годов финансирование природоохранных мероприятий осуществлялось только за счет бюджетных ассигнований и собственных средств предприятий. Однако в условиях перехода к рыночной экономике наблюдается устойчивая тенденция к снижению бюджетных инвестиций в природоохранную сферу. Законом «О федеральном бюджете на 2003 год» на охрану окружающей среды и природных ресурсов выделено 8302006,5 тыс. руб. Кроме указанных средств предусмотрены суммы на предупреждение и ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий в размере 15733650 тыс. руб. Однако этих средств явно недостаточно для эффективного финансирования природоохранной деятельности. Поэтому в настоящее время за счет госбюджетных ассигнований финансируются только крупные целевые программы, а также деятельность природоохранных министерств и ведомств.

В работе [51] указываются возможности использования муниципальных бюджетов для финансирования природоохранной деятельности. Автором отмечено, что «анализ структуры муниципальных бюджетов... позволяет ориентироваться на уровень в 5-10% по отношению к консолидированным расходам города, которые необходимо направлять в экологическую сферу для сохранения сложившегося состояния экосистемы города.» При этом отмечается, что при меньших затратах резко возрастает вероятность ухудшения качества окружающей среды. В то же время необходимо констатировать, что решение экологических проблем лишь за счет средств федерального и муниципальных бюджетов представляется малоперспективным.

Еще одним источником инвестирования экологозащитных мероприятий являются средства предприятий и организаций, которые могут быть сформированы за счет амортизационных отчислений на основные природоохранные фонды, поступлений по искам в счет возмещения ущерба предприятию от нарушителей природоохранного законодательства, государственных

целевых средств на экологические мероприятия, части прибыли и кредитов банка. До недавнего времени предприятия направляли эти средства на экологически ориентированную модернизацию производства, капитальный ремонт природоохранных сооружений и другие цели. Кроме этого предприятиями возмещались текущие затраты, связанные с эксплуатацией водоочистных установок, газопылеуловителей и других аналогичных объектов. Однако в настоящее время из-за отсутствия средств у предприятий их природоохранные затраты резко сократились.

В структуре управления природоохранной деятельностью значительная роль принадлежит экологическим фондам, роль которых в условиях сокращения бюджетных ассигнований на охрану окружающей среды существенно возрастает.

Экологические фонды были предусмотрены для решения неотложных природоохранных задач, восстановления потерь в окружающей природной среде, компенсации причиненного вреда и др. целей. Единая система государственных экологических фондов объединяет федеральный экологический фонд, республиканские, краевые, областные и местные фонды.

Фонды образуются из средств, поступающих от предприятий, учреждений, организаций, граждан, а также иностранных юридических лиц и граждан, в том числе в виде:

- **платы за выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую природную среду, размещение отходов и другие виды загрязнения;**
- **сумм, полученных по искам о возмещении вреда и штрафов за экологические правонарушения;**
- **средств от реализации конфискованных орудий охоты и рыболовства и незаконно добытой с их помощью продукции;**
- **сумм, полученных в виде дивидендов, процентов по вкладам, банковским депозитам, от долевого использования собственных средств фонда в деятельности предприятий и иных юридических лиц;**
- **инвалютных поступлений от иностранных юридических лиц и граждан.**
- **Основным источником формирования экологических фондов являются платежи за загрязнение окружающей среды. Платежи выполняют две функции:**
- **стимулируют предприятия сокращать выбросы вредных веществ;**
- **используются для ликвидации негативных экологических последствий производства.**

В настоящее время применяются три вида платежей: платежи за загрязнение атмосферы, за сброс загрязняющих веществ в водные объекты (или на рельеф), за размещение отходов. Определение размеров и взимание платы за загрязнение окружающей среды осуществляется в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 «О нормативах

платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления». Это Постановление предусматривает два базовых норматива платы:

- **за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в пределах допустимых нормативов;**
- **за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов).**

Базовые нормативы платы устанавливаются по каждому ингредиенту загрязняющего вещества исходя из показателей их относительной опасности для окружающей среды и здоровья населения. При этом показатели относительной опасности веществ  $A_i$  рассчитываются по формуле:

$$A_i = \frac{1}{ПДК_i},$$

где  $ПДК_i$  - предельно допустимая концентрация, принимаемая для атмосферного воздуха, как среднесуточная ПДК ( $ПДК_{СС}$ ), а для водных объектов – ПДК в воде рыбохозяйственных водоемов ( $ПДК_{РХ}$ );

$i$  – вид загрязняющего вредного вещества.

При отсутствии  $ПДК_{СС}$  применяют предельно допустимую максимально разовую концентрацию ( $ПДК_{МР}$ ), а при отсутствии  $ПДК_{СС}$  и  $ПДК_{МР}$  - ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ).

Если неизвестен показатель  $ПДК_{РХ}$ , то используют предельно допустимые концентрации веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования или ОБУВ.

В настоящее время имеются нормативы платы по 210 наиболее распространенным загрязнителям атмосферы и 142 ингредиентам, сбрасываемым в водоемы.

Для отдельных регионов и бассейнов рек устанавливаются коэффициенты к базовым нормативам платы, учитывающие следующие экологические факторы: природно-климатические особенности территорий, значимость природных и социально-культурных объектов. При этом дифференцированные (по территориям) ставки платы определяются умножением базовых нормативов платы на коэффициенты, учитывающие экологические особенности регионов.

Величина суммарного платежа за загрязнение окружающей среды в настоящее время определяется по следующей формуле:

$$P = \lambda \cdot \sum_{i=1}^n [P_i \cdot W_i^m + 5 \cdot P_i \cdot (W_i^l - W_i^m) + 25 \cdot P_i \cdot (W_i^f - W_i^l)] ,$$

где  $\lambda$  - коэффициент экологической ситуации, величина, указываемая в нормативно-методической литературе;

$P_i$  - ставка платежа за выбросы (сбросы)  $i$ -го вещества в пределах допустимых нормативов, руб./т (табличные данные);

$W_i^m$  - нормативные (в пределах ПДВ, ПДС) выбросы/сбросы  $i$ -го вещества, т;

$W_i^l$  - выбросы/сбросы  $i$ -го вещества в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов), т;

$W_i^f$  - фактические выбросы/сбросы  $i$ -го вещества, т (рассчитываются предприятиями);

$n$  – количество выбрасываемых ингредиентов.

При этом если  $W_i^f \leq W_i^m$ , то второе и третье слагаемые формулы не учитываются.

Таким образом в данном случае существует трехступенчатая схема платежей, которая включает в себя: платежи за загрязнение в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы выбросов, сбросов, объемов размещаемых отходов, платежи за загрязнение в пределах установленных лимитов, платежи за сверхлимитное загрязнение.

В случае отсутствия у природопользователя оформленного в установленном порядке разрешения на выброс, сброс загрязняющих веществ или размещение отходов вся масса загрязняющих веществ учитывается как сверхлимитная.

Платежи за выбросы в пределах установленных нормативов должны осуществляться за счет себестоимости продукции (работ, услуг), а платежи за сверхлимитное загрязнение – за счет прибыли, остающейся в распоряжении предприятия после расчетов с бюджетом, кредитными учреждениями и т.д.

Однако в реальности некоторые природопользователи относят и те, и другие платежи на себестоимость продукции. При этом не реализуется принцип «загрязнитель платит», а платежи не играют своей стимулирующей роли.

Следует отметить, что «Рекомендациями по определению предельных размеров платы за загрязнение окружающей природной среды», согласованными в декабре 1993 г. Минэкономики России, Минфином России и Минприроды России, установлены предельные размеры для платы, взимаемой с предприятий за превышение предельно допустимых нормативов выбросов в процентах от прибыли, остающейся в распоряжении природопользователя, зависящие от

уровня рентабельности предприятия. При этом рентабельность рассчитывается как отношение прибыли от реализации продукции к полной ее себестоимости. Если рентабельность предприятия не превышает 25%, то максимальный процент от прибыли, в пределах которого взимаются платежи, составляет 20%, при рентабельности до 50% - 50%, а свыше 50% - 70%. Определение предельных размеров платежей – льготная мера, устанавливаемая для природопользователей, которые не в состоянии осуществлять выплаты в полном объеме.

В то же время нормативными документами определен перечень природоохранных мероприятий, затраты на выполнение которых могут засчитываться в счет платежей предприятий за загрязнение окружающей среды. Однако при таком подходе возникает возможность списания на природоохранную деятельность затрат, не имеющих в действительности к ней никакого отношения. Кроме того, может оказаться, что средства, расходуемые на экологозащитные мероприятия, используются неэффективно и, в конечном счете, не достигают цели.

Следует отметить, что в соответствии с действующим законодательством внесение платы за загрязнение окружающей среды не освобождает предприятия от возмещения в полном объеме вреда, причиненного экологическими правонарушениями.

Средства, взимаемые за загрязнение окружающей среды перечисляются предприятиями в размере 90% на специальные счета экологических фондов и 10% в доход федерального бюджета для финансирования деятельности территориальных органов государственного управления в области охраны окружающей среды. В свою очередь средства экологических фондов распределяются следующим образом: 60% - на реализацию природоохранных мероприятий местного (городского, районного) значения, 30% - для выполнения программ республиканского, краевого, областного значения, 10% - на реализацию мероприятий федерального значения.

Необходимо констатировать, что существующая в настоящее время система платежей функционирует недостаточно эффективно. Это объясняется следующими причинами:

- **не установлены нормативы платы для всех ингредиентов загрязнения, образующихся на промышленных предприятиях;**
- **предприятия не оснащены средствами экологического мониторинга, полное или частичное отсутствие которых приводит к недостаточно полному учету загрязнений и уменьшению платежей за выбросы (сбросы);**
- **существующие нормативы платы по многим ингредиентам занижены (в особенности это относится к загрязнителям атмосферы);**
- **механизм индексации платежей недостаточно оперативно реагирует на инфляцию, что приводит к обесцениванию платы, взимаемой с предприятий – загрязнителей;**

- **не введены платежи за шумовое и электромагнитное загрязнение, размещение радиоактивных отходов, выбросы парниковых газов и озоноразрушающих веществ;**

Вместе с тем несмотря на вышеизложенные недостатки система платежей за загрязнение продолжает играть главную роль в формировании экологических фондов.

Важной чертой экологических фондов является их региональный характер. Как уже отмечалось, большая часть платежей за загрязнение, перечисляемых предприятиями, поступает в территориальные экологические фонды и расходуется впоследствии на реализацию региональных программ по охране окружающей среды. При этом территории, страдающие от загрязнения «своих» предприятий, получают независимый источник финансирования.

Еще одной существенной особенностью является то, что средства экологических фондов имеют целевое назначение. В соответствии с действующим законодательством они могут быть направлены на решение практически неограниченного спектра проблем, связанных с состоянием экосистемы. Среди основных задач, возложенных на экологические фонды, можно выделить:

- **финансирование и кредитование программ и научно-технических проектов, направленных на улучшение качества окружающей среды и обеспечение экологической безопасности населения;**
- **мобилизацию средств на природоохранные мероприятия и программы;**
- **экономическое стимулирование рационального природопользования, внедрения экологически чистых технологий, строительства очистных сооружений;**
- **содействие в развитии экологического воспитания и образования.**

Кроме этого в работах [52, 53] рекомендуется осуществлять через территориальные экологические фонды компенсационные расчеты с предприятиями. Например, «если хозяйственный субъект заинтересован в размещении своего предприятия в районе с высокой экологической нагрузкой, он обязан внести в фонд средства, которые могут быть использованы фондом в качестве субсидий тем предприятиям, которые готовы участвовать в природоохранных мероприятиях. При этом величину взноса лучше всего определить экспертным путем, либо путем договора между распорядителем фонда и хозяйственным субъектом под патронажем местных органов власти» [53].

Следует отметить, что к настоящему времени роль региональных экологических фондов в инвестировании природоохранной деятельности оказалась недостаточной.

Среди причин, препятствующих развитию экологических фондов, можно выделить следующие:

- **несовершенство механизма направления средств в экологические фонды. Действительно, до настоящего времени большая часть платежей за загрязнение**

собирается по нижним, базовым ставкам, что приводит к существенному сокращению средств, перечисляемых предприятиями на счета экологических фондов;

- **неотрабатанность методов распределения средств экологических фондов.** Практика свидетельствует, что часто деньги получают не те предприятия, которые в них нуждаются в первую очередь и способны эффективно их использовать, а те, кто сумел их «пробить». Кроме того, наблюдались случаи расходования средств экологических фондов на цели, не связанные с природоохранной деятельностью, что запрещено действующим законодательством. Так, например, согласно проверкам, проводимым Волжской природоохранной прокуратурой, средства фондов использовались на строительство дорог, объектов культурного назначения, жилых домов и др.

Поиск более эффективных форм использования средств, поступающих в экологические фонды, привел к созданию в ряде регионов страны экологических банков. Среди коммерческих банков, активно участвующих в экологически ориентированной предпринимательской деятельности, можно выделить «Эконацбанк», «Экопромбанк» (г. Пермь), «Экобанк – Волга» (г. Саратов). Помимо обычных видов операций и сделок такие банки оказывают ряд специализированных экологических услуг. Например, в работе [54] перечислены следующие виды деятельности «Эконацбанка»:

- **кредитование и финансовая поддержка предприятий и организаций выпускающих экологически чистую продукцию;**
- **финансовая поддержка экологических проектов и экологического предпринимательства;**
- **введение нового вида вклада – «экологического», часть средств по которому может быть использована на поддержку экологических программ, экспериментов, выдачу целевых природоохранных кредитов предприятиям и гражданам и др.»**

К сожалению, кризис банковской системы, наступивший после августовских событий 1998 г., привел к сокращению объема средств, направляемых банками в природоохранную сферу. С учетом опыта развитых стран, таких, как Австрия, США, Норвегия, Финляндия, в перспективе при улучшении экономической ситуации в стране возможно расширение финансирования экологозащитных мероприятий за счет кредитов банков.

Финансирование природоохранной деятельности также производится за счет средств зарубежных инвесторов. По данным автора работы [50] на их долю приходилось в середине 90-х гг. 20% от общей суммы инвестиций в охрану окружающей среды. При этом около 80% зарубежных инвестиций составляли вложения правительств и неправительственных организаций, в том числе благотворительных. Средства иностранных инвесторов

использовались для осуществления совместных природоохранных проектов, а также для финансирования деятельности зарубежных организаций.

Для реализации некоторых экологических программ Правительство РФ прибегает к займам Всемирного банка. Так, в работе [50] указывается, что 6 февраля 1995 г. было подписано Соглашение между Российской Федерацией и Международным банком реконструкции и развития о займе в размере 110 млн. долл. США для финансирования Проекта по управлению окружающей средой. При этом контроль за расходованием этих средств, а также оценку экологических и финансовых результатов реализации указанного проекта осуществляет исполнительная дирекция Российской программы организации инвестиций в оздоровление окружающей среды, созданная Центром подготовки и реализации международных проектов технического содействия. Следует отметить, что программа предоставления зарубежных кредитов является селективной. При этом кредитуются в основном природоохранные проекты, приоритетные с точки зрения мирового сообщества.

Ряд проектов, нацеленных на решение важнейших экологических проблем, финансируется за счет грантов Глобального экологического фонда, созданного в 1991 году Всемирным банком совместно с Программой развития ООН (UNDP) и Программой ООН по окружающей среде (UNEP).

Подводя итог выполненному анализу существующих источников инвестирования природоохранных мероприятий, необходимо отметить, что несмотря на их большое разнообразие все же не обеспечивается необходимый уровень затрат для улучшения качества окружающей среды. В связи с этим для улучшения экологической ситуации предлагается использовать рыночные механизмы аккумуляции средств, одним из которых является экологическое страхование, при введении которого создаются благоприятные условия для вовлечения в природоохранную деятельность ресурсов коммерческих структур. Таким образом, страхование риска загрязнения окружающей среды представляет собой в современных условиях реальный дополнительный источник средств для проведения экологозащитных мероприятий.

## **Лекция 8. Зарубежный опыт страхования риска загрязнения окружающей среды.**

### **8.1. Опыт Европейского Союза по обеспечению безопасности и предупреждению крупных аварий**

Директива 96/82/ЕС (Севезо II) по обеспечению безопасности и предупреждению крупных аварий была принята Советом Европейского союза 9 декабря 1996. По истечении двухлетнего переходного периода она заменила Директиву 82/501/ЕЕС (Севезо I) о риске крупных аварий на некоторых промышленных производствах от 3 февраля 1999.

Цель Директивы Севезо - предотвращение крупных аварий с выбросом опасных веществ и ограничение их последствий. Однако действие Директивы ограничено предприятиями, имеющими опасные вещества в количествах, превышающих пороговые значения, которые указаны в Директиве.

«Крупная авария» означает такое происшествие, как значительный выброс опасного вещества, пожар или взрыв, произошедшие вследствие неуправляемого развития технологического процесса в ходе функционирования любого предприятия, рассматриваемого в данной Директиве, создавшие серьезную опасность для здоровья людей и окружающей среды, как непосредственную, так и отложенную, внутри или за пределами предприятия и обусловленную воздействием одного или более опасных веществ

Директива Севезо II основана на опыте, приобретенном в ходе реализации Директивы Севезо I, в особенности, на уроках, извлеченных из аварий, которые произошли на территории Европейского союза со времени принятия Директивы Севезо I. Основные изменения включают:

Сфера действия Севезо II расширена и упрощена. Она рассматривает проблему наличия на предприятиях опасных веществ в количествах, превышающих пороговые значения, в то время как Директива Севезо I регулировала либо использование опасных веществ в определенных промышленных процессах, либо вопросы отдельного хранения этих веществ.

Были по-новому определены меры, которые должна предпринять эксплуатирующая предприятие организация для предотвращения крупных аварий и ограничения их последствий. Теперь они включают разработку «Программы действий по предотвращению крупных аварий». Это было сделано с целью усиления ответственности эксплуатирующей предприятие организации и создания ею системы управления безопасностью как важного условия эффективного и последовательного обеспечения высокого уровня безопасности во всех этапах Сообщества.

Усиленное внимание мерам по минимизации экологических последствий крупных аварий, включая планирование землепользования и действий на случай чрезвычайных ситуаций, выявление возможных эффектов домино, информирование общественности и, при необходимости, соседних стран. (Конвенция UNECE о трансграничном воздействии промышленных аварий).

Для того, чтобы обеспечить одинаковый уровень безопасности во всех странах Сообщества, Страны-члены должны обеспечить оценку Уполномоченными органами Деклараций безопасности (Ст. 9.4) и, прежде всего, организовать систему периодических проверок, как установлено Статьей 18 Директивы.

Правовую основу Директивы Севезо I составляли статьи 100 и 235 Римского договора, поскольку целью Директивы являлось предотвращение крупных аварий и согласование действий в данной области в странах Сообщества. Это, в свою очередь, было обусловлено стремлением не допустить, чтобы неравномерность реализации мероприятий по предотвращению крупных аварий в различных Странах-членах сказалась на деятельности Общего рынка.

Правовой основой Директивы Севезо II является Ст. 130 Римского договора о защите окружающей среды, учитывающая новое законодательство ЕС об обеспечении безопасности и охране здоровья работников предприятий, прежде всего, Директиву 89/391/ЕЕС (см. список литературы), которая вступила в силу после принятия Директивы Севезо I.

#### Исключения

Действие Директивы Севезо II не распространяется на:

- (а) предприятия, промышленные установки или склады военного назначения;
- (б) опасности, связанные с ионизирующим излучением;
- (в) транспортировку опасных веществ и их временное промежуточное хранение вблизи автомобильных и железных дорог, внутренних водных путей, морских и аэропортов за пределы предприятий, рассматриваемых в данной Директиве, включая погрузку, разгрузку и транспортировку от и до других транспортных средств в доках или на сортировочных станциях;
- (г) транспортировку опасных веществ по трубопроводам, включая насосные станции, за пределы предприятий, рассматриваемых в данной Директиве;
- (д) деятельность предприятий добывающей промышленности, связанных с исследованиями и добычей полезных ископаемых в шахтах, карьерах или на буровых скважинах;
- (е) свалки отходов.

Организации, эксплуатирующие предприятия, которые используют опасные вещества, обязаны в определенный срок разработать и представить Декларацию безопасности, демонстрирующую, что:

- Программа действий по предотвращению крупных аварий и система обеспечения безопасности для реализации этой программы реально функционируют.

- Опасности крупных аварий выявлены и приняты необходимые меры для предотвращения аварий и ограничения их последствий для человека и окружающей среды.
- Необходимый уровень безопасности и надежности, учитывающий риск крупных аварий, обеспечен при проектировании, строительстве, функционировании и эксплуатации предприятия.
- Планы действий внутри предприятий при чрезвычайных ситуациях разработаны, и властям представлена информация, необходимая для разработки аналогичного плана действий вне предприятия.

Для выполнения этих обязанностей эксплуатирующие организации должны разрабатывать и применять процедуры систематического выявления тех опасностей, которые могут возникнуть при нормальном и нештатном функционировании предприятия, а также производить оценку вероятности и тяжести аварий. Это подробно изложено в Приложении II, перечисляющем данные и информацию, которые должны быть рассмотрены в Декларации безопасности:

- Описание промышленной площадки и ее окружения.
- Определение промышленных установок и других объектов предприятия, которые могут стать источником возникновения крупных аварий.
- Описание основных видов деятельности и продукции.
- Описание технологических процессов.
- Описание участков производства, где возможно возникновение крупных аварий.
- Определение и анализ риска аварий и методов их предотвращения
- Подробное описание возможных сценариев крупных аварий, их вероятности или условий их возникновения, включая описание событий – возможных инициаторов каждого из таких сценариев, аварии, причины которой могут находиться внутри или вне промышленной установки.
- Оценка масштаба и серьезности последствий установленного круга возможных крупных аварий.
- Описание технических параметров и оборудования, используемого для обеспечения безопасности промышленных установок.
- Меры защиты и реагирования для ограничения последствий крупных аварий

Методология, выбранная эксплуатирующей организацией для демонстрации адекватности принятых мер, может опираться на техническую и управленческую экспертизу, а также количественные и качественные методы. Используемая методология может значительно отличаться в зависимости от сложности веществ, процессов, промышленных установок и, в особенности, от того, заложен ли необходимый уровень обеспечения безопасности в целом в

нормативно-правовую базу, имеются ли общепринятые стандарты, строительные нормы и правила или другие нормативные документы.

Чтобы устранить недопонимание во время подготовки Декларации безопасности и облегчить оценку полученной Декларации безопасности властями, используемая методология и необходимая документация могут быть обсуждены с Уполномоченным органом. Однако, в любом случае определение и оценка риска должны включать:

- Выявление участков производства промышленных установок, где возможны проблемы с обеспечением безопасности.
- Выявление источников опасности.
- Оценка последствий.
- Оценка информации о произошедших ранее авариях и извлеченных из них уроков.
- Определение и оценка действенности мер предотвращения аварий, управления и смягчения тяжести последствий крупных аварий.

Важно иметь в виду, что требование выявления источников опасности и оценки риска присутствует практически во всех директивах ЕС, например, в Директиве по машинам и механизмам, Рамочной Директиве по безопасности работников предприятий и Директиве по средствам и системам защиты, предназначенным для использования на потенциально взрывоопасных производствах.

Требование оценки риска, включенное в эти директивы, может ограничиваться вопросами безопасности или безопасного использования машин и механизмов, предотвращения взрывов и защитой от них, в то время как Директива Севезо II имеет более широкий охват, включая защиту людей и окружающей среды в целом. Результат оценки риска, выполненный в соответствии с перечисленными директивами, однако, может быть полезен при оценке риска, выполняемой эксплуатирующей организацией для демонстрации адекватности мер, принятых для предотвращения крупных аварий. Это, по крайней мере, позволяет избежать дублирования работ.

Оценка риска всегда включает окончательное суждение эксплуатирующей организации и властей относительно адекватности принятых мер или необходимости принять дополнительные меры. В большинстве случаев это суждение основывается на технической и управленческой экспертизе, сравнивающей результаты количественного или качественного анализа риска с установленными стандартами, нормами и правилами, а также уроков прежних аварий. Важно заметить, что на уровне ЕС нет общепринятых критериев обоснования таких суждений.

Организации, эксплуатирующие предприятия, использующие опасные вещества в количествах, превышающих предельные значения, указанные в столбце 2, но меньше значений в столбце 3 Приложения I Директивы Севезо II, в соответствии со Ст. 7 Директивы должны

составить документ, характеризующий их программу действий по предотвращению крупных аварий, и обеспечить ее надлежащее выполнение.

Этот документ должен быть предоставлен властям по их требованию в любое время, в особенности с целью проверки и контроля, выполняемых в соответствии со Статьей 18.

Директива Севезо II подчеркивает обязанность эксплуатирующих организаций предпринять все необходимые меры для предотвращения крупных аварий и ограничения их последствий. Обязанности и по предоставлению работникам предприятия информации, обучению и оборудованию рабочих мест для обеспечения их безопасности, ранее рассматривавшиеся в Директиве Севезо I, теперь рассматриваются в других Директивах.

Согласно Статье 11 Директивы Севезо II эксплуатирующие предприятия организации обязаны разработать план действий внутри предприятия при чрезвычайных ситуациях, консультируясь при этом с работниками предприятий. Это считается важной предпосылкой разработки действенных планов, а также их эффективного применения в случае аварии.

Вовлечение персонала предприятия и его вклад в процесс выявления и оценки опасности крупных аварий и определения необходимых технических и организационных мер для обеспечения безопасной эксплуатации, однако, важны не меньше, чем участие работников предприятия в планировании действий на случай чрезвычайных ситуаций.

Во избежание дублирования законодательства ЕС, эти обязанности не включены в текст Директивы Севезо II, поскольку включены в так называемую Рамочную Директиву (391/89/ЕЕС) о мерах повышения уровня безопасности на производстве и охраны здоровья работников.

Уполномоченный орган, как минимум, обязан получить Декларацию безопасности и в течение определенного времени после получения (Ст. 9.4 Директивы) оценить ее и сообщить о своем заключении эксплуатирующей организации.

Изучение Декларации безопасности и сделанное заключение следует рассматривать в контексте требований об организации системы проверок, как установлено Статьей 18 Директивы, а также Руководством по организации инспекций, разработанного Комиссией совместно со странами-членами согласно ст. 18 Директивы (Papadakis, 1998).

Система проверок должна включать инспекции на местах и другие меры контроля, не зависящие от оценки Декларации безопасности, и должна быть достаточной для планового и систематического изучения производственных систем, используемых на всех предприятиях, подпадающих под действие данной Директивы. Цель системы проверок – убедиться, в том, что:

- Эксплуатирующая организация предпринимает действенные меры для предотвращения крупных аварий.
- Эксплуатирующая организация предпринимает достаточные меры для ограничения последствий крупных аварий.

- Информация в Декларациях безопасности адекватно отражает условия производства на предприятии.

После каждой проверки Уполномоченный орган должен подготовить отчет и ознакомить с ним эксплуатирующую организацию.

Важно иметь в виду, что роль Уполномоченного органа в странах-членах может значительно возрасти при реализации Директивы Севезо II в полном объеме. Можно выразить надежду, что это будет способствовать конструктивному диалогу с эксплуатирующей организацией и работниками предприятия для воплощения цели Директивы, а не бесполезной бюрократии.

Страны-члены ЕС должны были отразить содержание Директивы Севезо II в национальном законодательстве, нормативных и административных документах до 3 февраля 1999 г., однако, в большинстве стран вследствие различий между Директивами Севезо I и II, внесение требуемых изменений в действующее национальное законодательство потребовало больше времени, чем предполагалось.

Тем не менее, в целом в странах-членах были приняты собственные законодательные акты и разработаны необходимые дополнительные Национальные руководства, обеспечивающие толкование и практические ориентиры для эксплуатирующих организаций и Уполномоченных органов. Для того, чтобы помочь странам-членам, Комиссия с помощью экспертов этих стран разработала руководящие документы по следующим направлениям:

- Подготовка Деклараций безопасности.
- Политика и программы действий по предотвращению крупных аварий и управлению безопасностью предприятий.
- Руководство по планированию землепользования .
- Пояснения и руководства по применению Ст. 9.6 Директивы.
- Руководство по проведению инспекционных проверок в соответствии со Ст. 18

Каждый Уполномоченный орган изучает Декларацию безопасности и другую информацию, доступную в соответствии с законодательством, во исполнение которого они готовятся, Уполномоченный орган доводит свое заключение до сведения местных властей, которые, в свою очередь, сообщают о заключении Уполномоченного органа эксплуатирующей организации.

## **8.2. Зарубежный опыт в страховании ответственности за ущерб, причиненный загрязнением окружающей среды.**

В развитых странах применяется добровольное страхование ответственности по возмещению ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды в рамках общего страхования гражданской ответственности предприятий. Обязательное экологическое

страхование существует в Бельгии, принято, но не введено в практику в Португалии. Наиболее последовательно политика страхования ответственности за ущерб, нанесенный загрязнением окружающей среды, проводится в Германии, где она осуществляется в рамках действующего природоохранного законодательства (Обзор нормативных актов подробно представлен в сборнике Экологическое страхование в России [12]). Ниже в основном излагается материал этого сборника.

Специальные законы об экологическом страховании в Германии отсутствуют. При этом величина ущерба устанавливается судом на основе искового заявления в суд. Суд вправе принять или пересмотреть величину компенсационных выплат. Ежегодно суды рассматривают около 25 тысяч исков. Жесткость судебных решений является главным побудительным фактором в добровольном страховании ответственности.

Добровольное страхование ответственности за возмещение ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды в Германии применяется как составная часть общего страхования гражданской ответственности предприятий. Особенностью является наложение судом в соответствии с законодательством на собственников и управляющих финансовой ответственности

С 1.01.1991 г. в Германии принят Закон об уголовной ответственности за нанесение вреда окружающей среде. Уголовная ответственность наступает независимо от масштабов ущерба. Для определенных, особо опасных промышленных сооружений и объектов этот закон предусматривает обязательное заключение гарантийного страхования. При этом собственники и управляющие предприятий, использующие водные, земельные ресурсы и ресурсы недр, должны исправно обеспечивать уплату платежей по договорам страхования на случай внезапного или аварийного загрязнения в размере не меньше 1,4 млн. DM за событие с ежегодной страховой суммой до 6,0 млн. DM. Страхователи активно стремятся перейти к страхованию ответственности в соответствии с новым законодательством.

Основу уголовной ответственности составляет оформленное законодательством обязательство уголовной ответственности частного-правового характера лица, оформившего базовое страхование, включающее ответственность за воздействие на окружающую среду. Особенностью применяемой в Германии ответственности за состояние окружающей среды является ответственность за землю, воздух и воду. Убытки рассматриваются как нанесение материального ущерба. При этом исходят из нарушения прав владения и пользования, права законного и осуществляемого промышленного производства, водно-технического права пользования.

Страхованию подлежит личная ответственность лица, уполномоченного собственником осуществить страхование, либо ответственность управляющего предприятием или его

отдельным производством. С единых позиций рассматривается воздействие на объект страхования температуры, газов, паров, влажности, осадков в виде дыма, пыли и т.д.

Аналогично страхуется ответственность всех прочих представителей предприятия, которые могут стать причиной нарушения правил техники безопасности.

Объектами страхования являются

- **установки, представляющие опасность состоянию вод при переработке, хранении, перескладировании, транспортировке или отправке;**
- **Установки, подлежащие получению разрешений на их эксплуатацию;**
- **Установки по очистке сточных вод, приводящих к изменению физических, химических и биологических свойств воды.**

Страхованию подлежит планирование изготовления, изготовление монтаж, демонтаж, ремонт и обслуживание установок, если оформитель страховки не является сам владельцем установки.

Предметом ответственности за загрязнение окружающей среды при страховании является обязанность страхователя нести уголовную ответственность за ущерб, причиняемый юридическим и физическим лицам в результате воздействия вредных веществ на землю, воздух и воду.

В качестве страхового случая рассматривается первое установленное нанесение ущерба личности, материальный ущерб, связанный с повреждением или уничтожением предметов, зарегистрированный совместно с третьим лицом или страхователем имущественный ущерб, причиненный лицу в результате происшедшего с ним несчастного случая.

Таким образом, система экологического страхования в Германии включена в общую систему страхования ответственности. Ее эффективность опирается на судебную практику и на заложенные природоохранном законодательстве принципы презумпции ответственности природопользователя за загрязнение окружающей среды.

С целью расширения круга страховых экологических рисков и повышения максимальных размеров страховых сумм, начиная с 1979 г. стали создаваться специальные страховые пулы (объединения). Первый появился в Японии для страхования ответственности за аварийный разлив нефти. Кроме Японии такие пулы имеются во Франции, Италии, Голландии, Швеции и Англии.

Однако необходимо констатировать, что страхование риска загрязнения окружающей среды не получает широкой поддержки у зарубежных страховщиков. Объясняется это следующими причинами:

- несовершенством законодательной базы в области страхования риска загрязнения окружающей среды и прежде всего отсутствием конкретных, законодательно закрепленных формулировок ряда понятий экологического страхования. Например,

понятие ущерба, причиняемого загрязнением окружающей среды, законодательно точно не определено и может толковаться настолько широко, что сумма страхового возмещения вырастает до абсурдной величины;

- недостаточным нормативно-методическим обеспечением процесса страхования, в частности, отсутствием методик по оценке потенциальных убытков от аварийного загрязнения окружающей среды и обусловленных этим тарифных ставок;
- множественностью и запаздыванием проявлений экологических ущербов, что, в свою очередь, приводит к возникновению серьезных проблем у страховщиков при возмещении расходов по устранению последствий загрязнения.

Таким образом, оценивая зарубежный опыт страхования риска загрязнения окружающей среды, можно выделить ряд существенных вышеуказанных недостатков, снижающих эффективность его функционирования. Вместе с тем, для отечественных страховщиков практическая деятельность зарубежных страховых компаний в сфере экологического страхования представляет значительный интерес.

## Раздел 2 Теоретические и прикладные аспекты экологического страхования

### Лекция 9. Страхование риска загрязнения окружающей среды и его методологические особенности

#### 9.1. Сущность и понятийно-терминологический аппарат экологического страхования.

Рассмотрим сущность категории страхования.

Страхование, как экономическая категория, представляет собой систему экономических отношений, которые включают совокупность форм и методов формирования целевых денежных фондов и их использования для возмещения ущерба, обусловленного различными непредвиденными неблагоприятными явлениями.

Страхование подразделяется на три отрасли: личное страхование, имущественное страхование и страхование ответственности. Одним из видов страхования ответственности является экологическое страхование.

Под экологическим страхованием понимается страхование ответственности предприятий – источников повышенной экологической опасности за причинение убытков физическим и юридическим лицам (третьим лицам) в результате аварийного загрязнения окружающей среды. Экологическое страхование позволяет решить две важные проблемы – обеспечить частичную компенсацию убытков от аварийного загрязнения окружающей среды и создать дополнительные источники финансирования природоохранных мероприятий, привлекая средства коммерческих структур.

В страховании применяются следующие основные понятия и термины.

*Объект страхования* – ответственность перед третьими (физическими и юридическими) лицами, которым может быть причинен ущерб в результате аварийного загрязнения окружающей среды страхователем.

*Страхователь* – лицо, уплачивающее страховые взносы и имеющее право по закону или на основе договора страхования получить денежную сумму при наступлении страхового случая.

*Страховщик* – организация, занимающаяся страховой деятельностью, принимающая на себя обязательство возместить убытки, возникающие при наступлении страхового случая, а также ведающая вопросами создания и расходования страхового фонда. Для осуществления страховой деятельности все страховщики в обязательном порядке должны получить лицензию на проведение страховых операций в Департаменте страхового надзора Министерства финансов РФ.

*Выгодоприобретатели (третьи лица)* – физические или юридические лица, которым может быть причинен вред в результате аварийного загрязнения окружающей среды и в пользу которых заключается договор страхования.

*Аварийный комиссар по экологическим рискам* – эксперт, оценивающий степень экологической опасности предприятий и последствия страхового случая (величину ущерба от аварийного загрязнения окружающей среды).

**Страховая сумма** – денежная сумма, указанная в договоре страхования, в пределах которой возможны страховые выплаты по компенсации убытков, причиненных в результате аварийного загрязнения окружающей среды.

*Страховое возмещение* – сумма, выплачиваемая страховщиком в целях компенсации ущерба вследствие страховых случаев.

*Страховая премия (страховой взнос)* – сумма, уплачиваемая страхователем страховщику за принятое страховщиком обязательство возместить убытки, возникающие при наступлении страховых случаев, оговоренных в договоре страхования.

*Страховой тариф* – ставка страхового взноса с единицы страховой суммы или процентная ставка от совокупной страховой суммы.

**Страховой случай** – фактически произошедшее страховое событие, в связи с негативными последствиями которого может быть выплачено страховое возмещение.

*Страховой акт* – документ или совокупность документов, оформленных в установленном порядке, подтверждающих факт, причину и обстоятельства страхового случая. В страховом акте устанавливается сумма фактического ущерба, причиненного в результате страхового случая.

*Страховой риск* – вероятное случайное событие или совокупность событий, на случай наступления которых проводится страхование. Количественными характеристиками риска являются вероятность наступления и тяжесть ущерба.

*Франшиза* – предусмотренная условиями страхования обязанность страхователя участвовать в оплате убытков, не превышающих определенного размера.

*Страховое экологическое аудирование предприятия* – деятельность по осуществлению независимой оценки информации о состоянии технологического и природоохранного оборудования на предприятии, имеющая целью установление степени потенциальной экологической опасности аудируемого предприятия и величины убытка, который может быть причинен третьим лицам в результате аварийного загрязнения окружающей среды предприятием.

## **Лекция 10. Страхование риска загрязнения окружающей среды и его методологические особенности**

### **10.1. Функции экологического страхования.**

В течение длительного времени в нашей стране при компенсации ущерба, причиненного стихийными бедствиями, техногенными авариями и катастрофами, доминировали общегосударственные резервные фонды различного назначения. Помимо этих фондов для

компенсации ущерба использовались централизованные финансовые резервные фонды отраслевых министерств и ведомств, а также децентрализованные резервные фонды предприятий. Однако в современных условиях государство уже не может обеспечить полного возмещения возможных убытков, причиняемых в результате аварийного загрязнения окружающей среды. В связи с этим важно найти другие источники покрытия убытков, одним из которых может быть экологическое страхование. Оно позволяет распределить возможные убытки среди группы юридических лиц, подвергающихся однотипному риску. Экологическое страхование вполне соответствует рыночным отношениям, являясь разновидностью предпринимательской деятельности в сфере экологии. При этом оно привлекает средства коммерческих структур для финансирования превентивных природоохранных мероприятий. Экспериментальные расчеты показывают, что с введением системы экологического страхования может быть компенсировано пострадавшим юридическим и физическим лицам до 40% причиняемых убытков при сохранении достаточно высокой финансовой устойчивости страховых операций

Экологическое страхование выполняет следующие функции:

- уменьшение издержек предприятий по выплате компенсаций пострадавшим в результате аварийного загрязнения окружающей среды и предоставление правовой защиты страхователям путем участия в рассмотрении исков в судебных инстанциях;
- обеспечение гарантий пострадавшим третьим лицам в получении причитающихся им сумм возмещения за нанесенный ущерб независимо от финансового положения причинителя вреда;
- осуществление страховыми компаниями контроля за проведением предприятиями мероприятий по обеспечению экологической безопасности. Такой контроль осуществляется на различных этапах прохождения договора страхования. При заключении договора страхования страховая компания анализирует деятельность предприятия, принимает участие в экологическом аудите объекта. При этом определяется степень страхового риска, оценивается финансовая состоятельность предприятия. По результатам проверки принимается решение о целесообразности заключения договора страхования. В процессе действия договора страховщиком оценивается текущая деятельность предприятия с точки зрения обеспечения экологической безопасности, осуществляется контроль за проведением превентивных природоохранных мероприятий. При наступлении страхового случая рассматриваются причины возникновения экологической аварии, степень вины предприятия, решается вопрос о предъявлении встречного иска страхователю;
- финансирование мероприятий по обеспечению экологической безопасности. Такое финансирование может осуществляться и путем отчисления страховыми компаниями

части собранных страховых взносов на превентивные мероприятия, и за счет прибыли страховщиков. Кроме того средства создаваемых страховых резервов могут быть использованы для кредитования природоохранных мероприятий.

## **Лекция 11. Страхование риска загрязнения окружающей среды и его методологические особенности**

### **11.1. Особенности страхования риска загрязнения окружающей среды.**

Объектом экологического страхования является риск гражданской ответственности, выражающейся в предъявлении страхователю имущественных претензий физическими и юридическими лицами в соответствии с нормами гражданского законодательства о возмещении ущерба.

Основанием для применения экологического страхования является наличие риска аварийного, т.е. случайного загрязнения окружающей среды. Трактовка понятия риска в зарубежных и отечественных литературных источниках многообразна, однако можно выделить два основных направления: одно связано с понятием риска как вероятности возникновения события, другое - с определением его в виде возможных потерь. В соответствии с различными теориями (теорией статистических решений, теорией игр и др.) существует множество определений, например: риск это «частота реализации опасностей»; или «вероятность появления неблагоприятного события»; или «математическое ожидание потерь»; или «вероятность наступления нежелательного случайного события и связанные с ним потери»; или «количественная мера опасности в отношении того, что ущерб или нежелательные последствия станут реальностью» и т.д. По нашему мнению, риск аварийного загрязнения окружающей среды можно определить как двумерную величину, включающую как вероятность возникновения экологической аварии, так и связанные с ней убытки. Критерий риска в формализованном виде может иметь следующий вид:

$$R = \bar{P} \cdot \bar{Y} = p_1 \cdot Y_1 + p_2 \cdot Y_2 + \dots + p_n \cdot Y_n ,$$

$p_i$  - вероятность возникновения  $i$ -ой аварии,  $i=1,2,\dots,n$ ;

$Y_i$  - ущерб от  $i$ -ой аварии.

Характерными особенностями экологического страхования по сравнению с остальными видами страховой деятельности являются:

- очень высокая степень неопределенности при расчете величины рисков, как в отношении частоты возникновения экологических аварий, так и величин возможных убытков;
- неопределенность в развитии взаимосвязей, приводящих к страховым случаям;
- возможность возникновения крупных ущербов в результате аварийного загрязнения окружающей среды;

- сложность установления причинно-следственных связей между страховыми случаями и наблюдаемыми последствиями;
- обязательность наличия значительных страховых резервов для ликвидации последствий крупных техногенных аварий и катастроф.

В экологическом страховании используется хорошо известный в страховом деле эффект рассредоточения риска во времени и пространстве. Страхователи, уплачивая относительно небольшие страховые взносы, перекладывают гарантии возмещения убытков третьим лицам на страховщиков, причем возмещаемый ущерб может многократно превосходить платежи страхователей. При этом страховщики достигают своей цели по извлечению прибыли, учитывая при заключении страховых договоров вероятностный характер техногенных аварий.

Следует отметить, что при проведении экологического страхования страхователи и страховщики заинтересованы в снижении риска аварийного загрязнения окружающей среды. Заинтересованность страхователей объясняется тем, что размеры тарифных ставок дифференцируются в зависимости от степени экологической опасности предприятия и осуществления им природоохранных мероприятий. Что же касается страховщиков, то величина их прибыли напрямую зависит от количества аварий и тяжести их последствий. Именно поэтому страховые компании осуществляют беспрепятственное финансирование превентивных природоохранных мероприятий.

Резерв предупредительных природоохранных мероприятий формируется путем отчисления от страховой брутто-премии, поступившей по договорам страхования в отчетном периоде.

За счет средств резерва предупредительных мероприятий могут финансироваться следующие направления:

- участие в финансировании мероприятий, способствующих снижению экологической опасности функционирования страхователя и стимулирующие его к этому;
- участие в финансировании строительства (включая проектирование) и реконструкции испытательных лабораторий и полигонов; участие в финансировании строительства и реконструкции диагностических станций;
- участие в финансировании приобретения и ремонта средств связи, оборудования, инвентаря сверх объемов, подлежащих финансированию в установленном порядке, для предупреждения аварийного загрязнения окружающей природной среды;
- участие в финансировании строительства и реконструкции станций по борьбе с болезнями животных, ветеринарных лечебниц, зданий пограничных контрольных ветеринарных пунктов;

- участие в финансировании приобретения и ремонта сверх объемов, подлежащих финансированию в установленном порядке, автотранспортных средств (пожарных, ветеринарных, машин «скорой помощи» и т.п.);
- участие в финансировании строительства и реконструкции станций защиты растений, лабораторий биологических методов борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур;
- участие в финансировании проведения противопоаводковых и противоселевых мероприятий; участие в финансировании мероприятий по совершенствованию противопожарной сигнализации; участие в финансировании улучшения материально-технической базы санэпидемстанций и состояния водно-питьевых ресурсов;
- участие в финансировании мероприятий по совершенствованию оборудования очистных сооружений, фильтров на предприятиях с вредными выбросами, других природоохранных объектов;
- участие в финансировании улучшения материально-технической базы нефте- и газопроводов;
- участие в финансировании проведения профилактических и санитарно-гигиенических мер по охране здоровья населения и снижения травматизма (профосмотр, прививки, вакцинация);
- участие в финансировании проведения научных исследований в области совершенствования методов охраны окружающей природной среды; участие в оплате расходов по найму транспорта (наземного, воздушного, водного), используемого для организации мероприятий по ликвидации последствий аварийного загрязнения окружающей природной среды;
- оплата вознаграждения гражданам за участие в мероприятиях, проводимых в соответствии с определенными нормативными актами.

Рассмотрим некоторые общие вопросы экологического страхования. Страховым случаем при страховании риска загрязнения окружающей среды является экологическая авария.

При проведении экологического страхования не относятся к страховым случаи:

- связанные с постоянным или систематическим поступлением вредных веществ в окружающую среду;
- произошедшие вследствие умышленных действий (бездействия) страхователя;
- прямо или косвенно связанные с проведением военных действий, забастовок и другими форс-мажорными обстоятельствами.

Важное значение при осуществлении экологического страхования имеет проблема оценки убытков, причиняемых в результате загрязнения окружающей среды. В статье 15 Гражданского кодекса Российской Федерации дана следующая формулировка: «Под убытками понимаются

расходы, которые лицо, чье право нарушено, произвело или должно будет произвести для восстановления нарушенного права, утрата или повреждение его имущества (реальный ущерб), а также неполученные доходы, которые это лицо получило бы при обычных условиях гражданского оборота, если бы его право не было нарушено (упущенная выгода). Если лицо, нарушившее право, получило впоследствии этого доходы, лицо, право которого нарушено, вправе требовать возмещения наряду с другими убытками упущенной выгоды в размере не меньшем, чем такие доходы». Конкретизируя данное определение, д.э.н. Г.А. Моткин дает следующую трактовку убытков, причиненных аварийным загрязнением окружающей среды: «Убытками в экологическом страховании считаются потери, обусловленные аварийным поступлением в окружающую среду от одного источника определенного количества вредного вещества и образованием у конкретных реципиентов негативных эффектов». В результате загрязнения окружающей среды может быть причинен вред здоровью населения, объектам жилищно-коммунального хозяйства, основным фондам промышленности, сельскохозяйственным угодьям, лесному и рыболовному хозяйствам, рекреационным ресурсам.

Страховое возмещение выплачивается в размерах, предусмотренных действующим гражданским законодательством и может включать в себя:

- убытки, связанные с причинением вреда здоровью людей (затраты на лечение, приобретение лекарств, реабилитацию больных, потери заработной платы в связи с разницей между ежемесячным систематическим доходом и пособием по временной нетрудоспособности, утраченная зарплата в связи с потерей трудоспособности, упущенная выгода членов семьи и т.д.);
- компенсацию ущерба, вызванного повреждением или гибелью имущества;
- неполученный доход в связи с невозможностью осуществления на загрязненной территории производственной или иной деятельности;
- сумму убытков в связи с ухудшением условий жизни;
- расходы по очистке загрязненной территории и приведению ее в состояние, соответствующее нормативам;
- расходы, необходимые для спасения жизни и имущества лиц, которым в результате страхового случая причинен вред, или по уменьшению убытка, причиненного страховым случаем;
- расходы, связанные с предварительным расследованием, проведением судебных процессов и урегулированием претензий, предъявленных страхователю.

В то же время страховые компании, как правило, не возмещают следующие виды убытков:

- связанные с генетическими последствиями загрязнения окружающей среды;

- причиненные имуществу страхователя, если иное не предусмотрено в договоре страхования;
- связанные с причинами, о которых страхователю было известно до начала действия или в период действия договора страхования;
- штрафы и платежи за загрязнение окружающей среды.

Расчет величины убытков от аварийного загрязнения окружающей среды следует осуществлять с учетом существующих нормативных методик и подходов, разработанных О.Ф. Балацким, К.Г. Гофманом, А.А. Гусевым, Л.В. Дунаевским, Г.А. Моткиным, Б.А. Семененко и другими учеными.

Существенное значение при проведении экологического страхования имеет вопрос о том, на какой срок после наступления страхового события распространяется ответственность страховщика. Практика показывает, что в некоторых случаях последствия экологических аварий могут проявляться спустя длительный период времени, либо в дальнейшем могут быть выявлены новые обстоятельства, значительно увеличивающие первоначально рассчитанные суммы. В настоящее время ориентируются на общий срок исковой давности по гражданскому законодательству, который составляет три года.

Существуют две формы осуществления экологического страхования – добровольная и обязательная. Добровольное экологическое страхование возникает на основе добровольно заключаемого договора между страховщиком и предприятием – страхователем. При этом порядок и условия страхования определяются страховой компанией самостоятельно. Следует заметить, что в случае добровольного экологического страхования отсутствуют какие-либо ограничения в отношении страховых сумм и ставок страховых взносов. Должно соблюдаться единственное условие: чем выше риск аварийного загрязнения, тем выше ставки страховых взносов. При этом страховые взносы уплачиваются за счет прибыли, остающейся в распоряжении предприятия – страхователя.

Система обязательного экологического страхования является более жесткой, нежели добровольного. Обязательное страхование осуществляется в силу закона, определяющего условия и порядок проведения данного вида страхования. Необходимым условием является наличие утвержденного на региональном, либо федеральном уровне перечня экологически опасных предприятий, подлежащих страхованию риска загрязнения окружающей среды. При данной форме осуществления страхования нормируются размеры страховых сумм и ставок страховых взносов. Причем предполагается включение страховых взносов в себестоимость продукции (работ, услуг) страхователя, что будет способствовать повышению заинтересованности предприятий в проведении экологического страхования. Следует отметить, что обязательное экологическое страхование является более эффективным, чем добровольное, так как в данном случае страхованием охватываются все потенциально опасные объекты,

вследствие чего повышаются шансы пострадавших получить причитающуюся им компенсацию за причинение вреда в результате загрязнения окружающей среды. Однако в настоящее время наиболее приемлемой является добровольная форма проведения экологического страхования. Это объясняется следующими причинами:

- отсутствует необходимая законодательная база для внедрения обязательного страхования. До сих пор не принят федеральный Закон «Об обязательном экологическом страховании»;
- не разработаны отраслевые методики по экологическому страхованию;
- не создан статистический банк данных по техногенным авариям и катастрофам;
- отсутствуют бюджетные средства, необходимые для формирования государственного экологического страхового фонда.

Большое число одновременно происходящих страховых событий с тяжелыми экологическими последствиями может существенно снизить финансовую базу страховых компаний, а в некоторых случаях привести к их полному банкротству. Для решения этой проблемы необходима организация гибкой системы перестрахования. В ст. 27 Закона РФ «О страховании» указано, что «страховщики, принявшие обязательства в объемах, превышающих возможности их исполнения, за счет собственных средств и страховых резервов обязаны застраховать у перестраховщиков риск исполнения соответствующих обязательств».

Перестрахование является системой экономических отношений, в процессе которых страховщик, принимая на страхование риски, часть ответственности по ним (с учетом своих финансовых возможностей) передает на согласованных условиях другим страховщикам с целью создания сбалансированного портфеля договоров страхования, обеспечения финансовой устойчивости и рентабельности страховых операций.

В качестве перестраховщиков могут выступать как отдельные страховые и перестраховочные компании, так и крупные перестраховочные пулы. Участники таких пулов по соглашению между собой передают в пул все подлежащие перестрахованию риски сверх сумм собственного удержания по всему страховому портфелю, по отдельным видам страхования или по особо опасным рискам. При этом они исходят из своих финансовых возможностей возместить вероятный ущерб при наступлении страхового случая.

Кроме создания эффективной отечественной системы перестрахования очевидны потребности в организации взаимоотношений с крупными зарубежными перестраховщиками экологических рисков. Это обеспечивает российским страховым компаниям не только выход на международный рынок страхования с валютным покрытием, но и объективную статистику и тарифы.

## **Лекция 12. Инвентаризация и классификация объектов повышенного экологического риска.**

### **12.1. Роль страхового экологического аудита в оценке риска и экологическом страховании**

Страховой экологический аудит - предпринимательская деятельность по осуществлению независимой оценки информации о состоянии технологического и природоохранного оборудования на предприятии, организации, учреждении. Цель страхового экологического аудита - установление степени потенциальной техногенной и экологической опасности аудируемого предприятия, организации, учреждения и величины убытка, который может быть причинен гражданам и юридическим лицам (третьим лицам, ~выгодоприобретателям), возникающего в результате воздействия загрязненной, вследствие аварий и техногенных катастроф, произошедших на этих предприятиях, организациях, учреждениях, а также других чрезвычайных событий, окружающей природной среды на население, хозяйственные объекты и территорию.

Специфика страхового экологического аудита заключается прежде всего в его целевой установке: подготовить информацию для расчета *тарифных ставок и страховых сумм*. Отличительной особенностью страхового экологического аудита является то, что в нем заинтересованы не только природоохранные органы, но и страховые компании, для которых проведение операций экологического страхования основывается на вовлечении в процесс страхования объектов, включенных в перечень предприятий, организаций, учреждений, а также использующих производства и вещества, представляющие потенциальную опасность для окружающей природной среды. Страховому экологическому аудиту должны подвергаться предприятия-загрязнители, внесенные в реестр МПР России, а также иные промышленные объекты, для которых предусмотрено декларирование безопасности функционирования производственных объектов (постановление Правительства Российской Федерации от 11.07.95 г. № 675).

В практике страхового экологического аудита используются имеющиеся методы анализа природоохранной деятельности и оценки состояния производственного оборудования предприятия.

Основными задачами страхового экологического аудита являются:

- проверка наличия разрешительных природоохранных документов и анализ на соответствие природоохранительному законодательству;
- определение вредных веществ, представляющих для окружающей природной среды потенциальную опасность и используемых или хранящихся на предприятии, организации, учреждении, независимо от их вида (газообразный, жидкий, твердый) и массы;

- выяснение технических, технологических, природоохранных условий функционирования предприятия, организации, учреждения;
- анализ инструктивных материалов, имеющихся на предприятии, организации, учреждении по обучению персонала на случай аварийных ситуаций;
- установление характера размещения персонала на предприятии, организации, учреждении и населения в его окрестностях;
- оценка метеорологических и орографических условий, в которых функционирует предприятие, организация, учреждение;
- установление наличия поблизости с данным предприятием, организацией, учреждением еще одного (нескольких) предприятия, организации, учреждения;
- определение реципиентов, для которых представляет опасность данное предприятие, организация, учреждение.

В соответствии с нормативной базой, разработанной для Нижегородской области, страховой экологический аудит должен выполнять Аварийный комиссариат экологического страхования, основными задачами которого станут определение перечня видов деятельности, страхователей и страховых событий в отрасли, на территории или предприятии, организации, учреждении; оценка убытков, причиняемых реципиентам, аварийным загрязнением окружающей природной среды, лежащая в основе определения предела ответственности страховщика; подготовки заключений по искам, предъявляемым в судебные органы; рассмотрение апелляций по вопросам деятельности в области страхового экологического аудита; подготовка страховых экологических аудиторов и ведение реестров аттестованных страховых экологических аудиторов.

Аварийный комиссариат экологического страхования использует единый документ — Аварийный сертификат — документ, составляемый аварийным комиссаром (страховым экологическим аудитором). Аварийный сертификат выдается страхователю, а копия аварийного сертификата - третьему лицу.

Аварийный сертификат должен содержать следующие сведения: - Наименование физического или юридического лица, обратившегося с просьбой в Аварийный комиссариат экологического страхования об осмотре объекта, принадлежащего третьему лицу;

- Наименование владельца объекта;
- Условия эксплуатации (использования) объекта;
- Дата нанесения убытка объекту; Условия эксплуатации (использования) объекта (обычные или .кованные особыми обстоятельствами);

- Дата обращения за осмотром объекта; - Дата осмотра поврежденного объекта; - Место осмотра объекта;
- Меры, принятые владельцем объекта к ликвидации и минимизации убытка;
- Характер и причина аварии на предприятии страхователя, ее последствия;
- Статьи законодательных актов и пункты нормативных документов, нарушение которых обнаруживается при обследовании;
- Сведения о сборе доказательств причин и масштабов аварии; Обязательства виновной стороны по ликвидации последствий аварии.

В аварийном сертификате могут быть приведены как точные, так и предварительные размеры и причины убытка, а также содержаться другие сведения, характеризующие обстоятельства, связанные со свершившимся событием.

Фактические данные, изложенные в сертификате, должны дать страховщику возможность установить наличие страхового случая и право Страхователя на возмещение убытка третьему лицу за счет страхового возмещения в соответствии с условиями страхования.

Аварийный сертификат иностранного государства при официальном его представлении учреждению, организации или хозяйствующему субъекту подлежит подтверждению отечественным Аварийным комиссариатом экологического страхования, если иное не определено международным договором.

Аварийный комиссар не является стороной договора страхования и выступает в качестве независимого лица при обращении к нему за услугой по осмотру места аварии, заполняя в аварийном сертификате все необходимые реквизиты и производя расчет убытка. Право решать вопрос о компенсации убытка или отклонения претензий принадлежит исключительно страховой организации.

При перечислении сведений, включаемых в аварийный сертификат, аварийный комиссар должен быть абсолютно уверен, что в него вносятся максимально достоверные данные и факты, подтверждаемые фактической информацией, а проведение экспертизы было поручено компетентному независимому учреждению или лицу, не имевшим интереса ни в делах страхователя, ни в делах страховщика. Кроме того, на аварийном комиссаре лежит ответственность за правильно установленные причины убытка третьего лица, подпадающие под действие условий договора страхования.

Помимо аварийного комиссара в осмотре аварийных объектов принимают участие страхователь и третье лицо, потерпевшее убыток в результате аварии. Лица, участвующие в осмотре объекта, согласовывают причины убытка, его размеры и принимают меры по его минимизации. Аварийный комиссар совершает действия на основе договора между соответствующим специально уполномоченным территориальным органом исполнительной власти в сфере охраны окружающей природной среды, страховщиком и страхователем.

Страховая организация, осуществляющая экологическое страхование, обязана указывать в страховом полисе координаты Аварийного комиссариата экологического страхования.

Возможности экологического страхования в части компенсации причиняемого убытка, образующегося из-за загрязнения окружающей природной среды, можно рассчитать на основе соответствующих методик. Такие методики приводятся, например, в книге: «Экологическое страхование в Ленинградской области: Сборник юридических и нормативно-экономических документов (проекты)» / Под ред. Г. А. Моткина.— М.: Ось-89, 1999 г.

Для страховой деятельности важно определить характеристики экологического страхования: величину убытка, причиняемого в результате аварийного загрязнения окружающей природной среды конкретным предприятием реципиентам и величину тарифной ставки страхового взноса.

Одним из важных инструментов, используемым при страховом аудите, является концепция риска.

- На этапе начала и подготовки аудита выполняются следующие действия:
- Определяется область деятельности предстоящего аудита;
- Выявляются критические с точки зрения обеспечения экологической безопасности виды деятельности;
- Осуществляется отбор объектов для оценки риска;
- Проводится оценка экологических факторов выделенных видов деятельности для выделенных объектов;
- Проводится выбор и согласование критериев для оценки риска.

На этапе проведения аудита

- Устанавливается возможность воздействий экологических факторов на объекты аудирования;
- Устанавливаются качественные характеристики воздействий, включая масштаб и продолжительность воздействия, характеристики вредности воздействий;
- Оценивается частота аварий с учетом аномальных природных условий и оценивается вероятность поражения аудируемых объектов;
- Величина оцениваемых экологических рисков сравнивается с выбранными критериями;
- Оценивается возможный прямой ущерб для объектов окружающей среды и населения

При работе над аудиторским заключением

- Оценивается возможность ущерба за счет косвенного воздействия;
- Рассчитывается прогнозируемый социально-экономический ущерб;

- Рассчитывается цена риска и предлагаются мероприятия по управлению риском

Успех деятельности аудитора решающим образом зависит от полноты и надежности используемой информации. Поэтому особое внимание уделяется инвентаризации опасных объектов.

### **Лекция 13. Инвентаризация и классификация объектов повышенного экологического риска.**

#### **13.1. Определение степени экологической опасности объекта.**

В процессе экологического аудирования производится группировка предприятий по степени потенциальной экологической опасности. Для определения степени экологической опасности объекта аварийными комиссарами собирается следующая информация:

- статистика об экологических авариях на данном предприятии за последние пять лет (по возможности, с указанием величины убытков, причиненных в результате аварийного загрязнения окружающей среды);

- данные об опасных веществах, которые производятся, используются, перерабатываются и хранятся на объекте;

- сведения об уровне применяемой технологии;

- сведения о состоянии природоохранного оборудования, о существующей на предприятии системе обеспечения безопасности;

- данные об износе основных фондов;

- данные о квалификации производственного персонала;

- информация о плотности населения в зоне возможного воздействия, месторасположении объекта и показателях метеорологической обстановки.

При этом источником информации могут служить экологические паспорта предприятий, данные бухгалтерского и статистического учета, материалы обследований и др.

При наличии статистики экологических аварий за предшествующие годы для определения степени экологической опасности объекта обычно применяется апостериорный подход. В этом случае на основе ретроспективных данных определяется частота аварийных ситуаций и прогнозируется риск их возникновения в будущем.

При отсутствии статистики аварий для оценки степени экологической опасности промышленных объектов можно использовать метод квалиметрического моделирования. На практике он реализуется следующим образом.

Сначала производится отбор наиболее существенных показателей объекта, влияющих на степень риска аварийного загрязнения окружающей среды. Затем строится дерево показателей, которое имеет характер иерархического графа. На первом иерархическом уровне такого дерева находятся индивидуальные показатели опасности. Отдельные, близкие по смыслу

индивидуальные показатели объединяются в группы, которым соответствуют групповые показатели, располагаемые на втором иерархическом уровне. При этом некоторые индивидуальные показатели перемещаются с первого уровня на второй в неизменном виде. Аналогичным образом показатели второго иерархического уровня группируются и создается третий иерархический уровень. На последнем четвертом уровне древовидного графа находится обобщенный показатель опасности объекта.

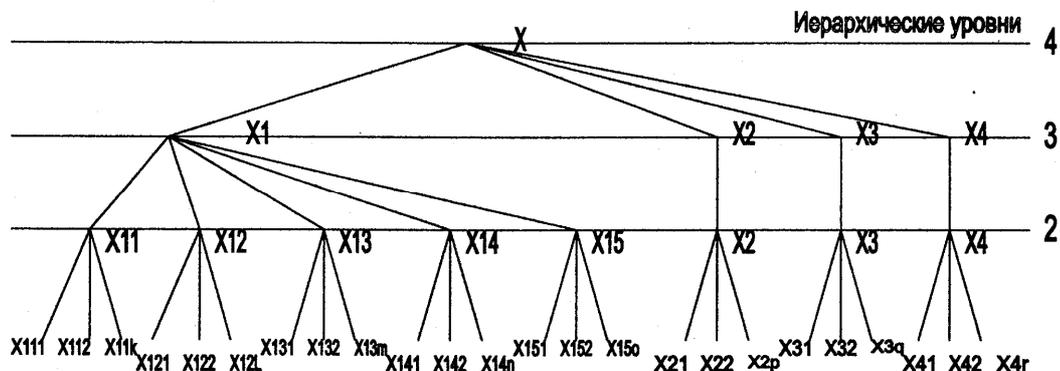


Рис.2. Иерархическое дерево показателей опасности объекта.

На первом иерархическом уровне расположены индивидуальные показатели, в качестве которых, по мнению отечественных ученых, можно использовать:

показатели, характеризующие токсические вещества:

1.1. показатели токсической опасности веществ для человека:

- летального воздействия;
- отсроченного воздействия (канцерогенность, мутагенность, аллергия);
- хронического воздействия;

1.2. показатели токсического воздействия на биоту (наземных животных, растения и микроорганизмы);

1.3. показатели подвижности, характеризующие процесс перемещения (транспортировки) токсических веществ:

- летучесть;
- растворимость (в воде и органических средах);
- адсорбция;
- коэффициенты распределения;

1.4. показатели устойчивости веществ – константы:

- гидролиза;
- фотохимических процессов;
- микробиологической деградации;
- персистентности в почве;

1.5. показатели биоаккумуляции:

- фактор биоконцентрации и др.

показатели, характеризующие опасность технологии, разработанной на рассматриваемом объекте:

- количество (масса) токсичных веществ, участвующих в технологическом процессе;
- виды процессов и условия их проведения (температура, давление);
- состояние технологического оборудования;
- доля используемого нестандартного оборудования;
- коррозионность технологических сред и подверженность конструкционных материалов коррозионным процессам;

показатели, отражающие несовершенство системы обеспечения безопасности:

- степень ненадежности и незащищенности используемого технологического оборудования;
- степень несовершенства технических элементов системы обеспечения безопасности;
- доля немеханизированных и неавтоматизированных операций в технологическом процессе;
- уровень неподготовленности производственного персонала к работе в предаварийной и аварийной ситуациях;

показатели, отражающие уязвимость реципиентов аварий, находящихся в окружении объекта:

- численность и плотность населения в зоне уязвимости (возможного поражения);
- наличие в зоне уязвимости детских учреждений, больниц, школ и т.п.;
- наличие в зоне уязвимости сельскохозяйственных угодий, источников водопользования, охранных (защитных) зон, рекреационных объектов, объектов хозяйственной деятельности, транспортных магистралей;
- показатели неблагоприятной метеорологической обстановки.

К показателям второго уровня относятся следующие групповые показатели: токсичности используемых на объекте химикатов для людей ( $x_{11}$ ), токсичности для биоты ( $x_{12}$ ), подвижности ( $x_{13}$ ), устойчивости ( $x_{14}$ ), биоаккумуляции ( $x_{15}$ ), опасности технологии ( $x_2$ ), несовершенства системы обеспечения безопасности объекта ( $x_3$ ), уязвимости реципиентов аварий с выбросом токсичных веществ в окружающее пространство ( $x_4$ ). На третьем уровне расположены групповой показатель токсической опасности объекта ( $x_1$ ), а также приведенные выше показатели  $x_2, x_3, x_4$ .

С помощью дерева показателей выявляются и оцениваются причинно-следственные связи между показателями различной степени сложности. Далее строится функциональная

зависимость, связывающая обобщенный показатель опасности объекта с индивидуальными показателями. Эта зависимость включает в себя зависимости обобщенного показателя опасности от групповых показателей разного иерархического уровня, групповых показателей от индивидуальных показателей. Зависимость обобщенного (группового) показателя  $x_a$ , расположенного на каком-либо иерархическом уровне, от взаимосвязанных с ним показателей  $x_{a1}, x_{a2}, \dots, x_{as}$ , находящихся на предыдущем уровне, можно выразить следующим образом:

$$x_a = f(x_{a1}, x_{a2}, \dots, x_{as}) .$$

В качестве формул, связывающих между собой показатели опасности разного иерархического уровня, рекомендуется использовать средние функции, например, средние взвешенные арифметические функции, медианы и др. Значения показателей, фигурирующих в обобщающей функции в качестве аргументов, следует определять методом экспертных оценок. На заключительном этапе моделирования рассчитывается значение обобщенного показателя опасности объекта (степень его экологической опасности).

В дальнейшем осуществляется группировка предприятий по степени их экологической опасности. Известно, что предприятия по степени потенциальной экологической опасности подразделяются на следующие группы (группы риска): 1) особо опасные (ООП); 2) опасные (ОП); 3) малоопасные (МП).

К особо опасным обычно относятся предприятия, аварии и катастрофы на которых могут привести к масштабным последствиям для региона, а кроме того вызвать трансрегиональное загрязнение окружающей среды. На данных объектах используется, производится и хранится большое количество высокотоксичных веществ, таких как хлор, акрилонитрил, аммиак, оксид этилена, цианистый водород и др. К этой группе следует отнести предприятия химической и нефтеперерабатывающей промышленности.

К опасным обычно относятся предприятия, экологические аварии на которых могут привести к последствиям средней тяжести для окружающей среды и других реципиентов. Эти объекты, как правило, содержат опасные химические вещества, объем которых недостаточно велик, либо невелика их токсичность. К этой группе можно отнести предприятия перевозки железной дороги, машиностроения, жилищно-коммунального хозяйства, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности.

К малоопасным относятся предприятия, аварии на которых не приводят к значительным последствиям для окружающей среды и третьих лиц, причем вероятность возникновения подобных аварий не велика. В эту группу следует включить предприятия легкой и пищевой промышленности.

## **Лекция 14. Функционирование системы экологического страхования на региональном уровне**

### **14.1. Современное состояние экологического страхования и его нормативно-правовое обеспечение.**

До недавнего времени в нашей стране экологическое страхование практически не применялось. Только «Ингосстрах» заключал договоры по страхованию ответственности судовладельцев за утечку нефтепродуктов из танкеров и загрязнение ими вод и побережья. Тем не менее в ноябре – декабре 1992 г. Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ совместно с Российской государственной страховой компанией было разработано и утверждено «Типовое положение о порядке добровольного экологического страхования в Российской Федерации», на основании которого в настоящее время идет процесс внедрения добровольного экологического страхования. В Типовом положении содержится следующая информация: объекты страхования и характеристика страхового события, порядок и форма заключения договора страхования, уплата страховых платежей, сроки действия договора, страховая оценка, тарифные ставки, лимиты ответственности, франшиза, страховое возмещение, страховая защита, права и обязанности страховщика и страхователя, условия прекращения договора страхования, превентивные мероприятия, льготы и санкции для страховщиков и страхователей, порядок выплаты страхового возмещения, требования, вытекающие из договора страхования.

В целях усиления роли экологического страхования в прогнозировании, предотвращении и ликвидации последствий аварийного загрязнения окружающей среды Минприроды России было организовано проведение эксперимента по развитию экологического страхования. Эксперимент проводился в соответствии с «Положением о порядке проведения эксперимента по развитию экологического страхования», утвержденным приказом Минприроды России от 26 июля 1994 г. № 233 на базе Краснодарского края, Архангельской, Владимирской, Волгоградской, Вологодской, Ивановской, Иркутской, Кемеровской, Ленинградской, Нижегородской, Новосибирской, Пермской, Ярославской областей, г.г. Санкт-Петербурга, Саратова, Кирова, Электростали.

Среди основных задач эксперимента можно выделить:

- укрепление и развитие системы добровольного экологического страхования в регионах;
- экспериментальная апробация элементов обязательного экологического страхования на региональном уровне;
- поиск путей бюджетного и внебюджетного финансирования развития экологического страхования;
- разработка механизма взаимодействия территориальных органов охраны природы, администраций, предприятий и страховщиков в проведении экологического аудита

предприятий и производств, определении ставок и способов уплаты страховых взносов и организации превентивных природоохранных работ.

В регионах, участвующих в эксперименте, страховые организации, имеющие лицензию Росстрахнадзора на проведение экологического страхования, по согласованию с территориальными природоохранными органами могли подготавливать и выносить на утверждение администраций регионов документы, определяющие порядок проведения эксперимента в регионе (включая перечень предприятий и производств, участвующих в региональной системе экологического страхования).

В эксперименте участвовали ряд страховых компаний: «Мегус», «АСКО – Москва», «Энергогарант», «РОСНО», «Полис» (Киров), «Эко–Сфинкс» (Санкт-Петербург) и другие. При содействии территориальных природоохранных органов были созданы специализированные страховые организации: Ивановский и Нижегородский фонды экологического страхования, Волгоградский центр экологического страхования, Саратовский страховой фонд экологической безопасности.

При проведении эксперимента был разработан ряд нормативных актов регионального уровня, регламентирующих осуществление экологического страхования. С целью обеспечения гарантий по возмещению экологического ущерба в Нижегородской и Ульяновской областях были приняты законы об экологическом страховании. Конкретные нормы, позволяющие реализовать механизм экологического страхования на региональном уровне, были учтены в региональных законах об охране окружающей природной среды Тамбовской и Пермской областей, Республики Татарстан. Постановления краевых и областных администраций, регулирующие развитие экологического страхования, были приняты в Саратовской, Рязанской, Московской, Челябинской, Свердловской областях, Краснодарском крае. Проект модельного закона «Об экологическом страховании» был разработан для г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области, Калининградской области.

В ходе реализации эксперимента были выявлены причины, тормозящие развитие рынка экологического страхования. К ним относятся:

- отсутствие необходимого правового обеспечения экологического страхования.

До сих пор не принят федеральный Закон «Об обязательном экологическом страховании»;

- низкая экологическая и страховая грамотность населения, вследствие чего, в частности, в РФ нет широкой судебной практики исков о возмещении вреда, причиненного экологическими правонарушениями. А это в свою очередь снижает заинтересованность предприятий – загрязнителей в заключении договоров экологического страхования. Для решения проблемы необходима экологизация общественного сознания средствами воспитания и образования.;

- отсутствие статистического банка данных по техногенным авариям и катастрофам, позволяющего прогнозировать уровень вероятного экологического риска. Заметим, что при решении рассматриваемой проблемы следует учитывать зарубежный опыт в области формирования баз данных по авариям на промышленных предприятиях, например, опыт создания известных баз *NHIPAS*, *RM-consultant*, *FACTS*;

- отсутствие лицензий на проведение экологического страхования у большинства региональных страховых компаний.

- несформированность системы перестрахования экологических рисков, необходимой для возмещения последствий крупных техногенных аварий;

- крупные размеры и многообразие видов экологического ущерба. А это влечет за собой угрозу практически неограниченной ответственности владельца опасного объекта и/или его страховщика;

- неопределенность самого понятия экологического ущерба. Понятие экологического ущерба отличается от традиционного понятия материального ущерба. Неопределенность в содержании понятия экологического ущерба обнаружилась, в частности, в связи с возмещением трансграничного ущерба, обусловленного чернобыльской аварией. Может ли, например, быть отнесен к ядерному ущерб, причиненный производителям сельскохозяйственной продукции в результате различного рода административных ограничений и запретов (запрет на продажу молока с повышенным содержанием радиоактивного стронция). Такой ущерб, именуемый экономическим, преобладал в подавляющем большинстве западноевропейских стран;

- изменение степени риска в силу факторов, не поддающихся точной оценке со стороны страховщика. Хотя на страхователе, согласно договору страхования, лежит обязанность информировать страховщика об изменениях степени риска, на практике страхователь не всегда в этом заинтересован. Кроме того, оценка уровня безопасности потенциально опасного объекта и соответственно определение степени риска – чрезвычайно дорогостоящая операция, требующая участия высококвалифицированного, а следовательно, и высокооплачиваемого персонала.

При проведении эксперимента по развитию экологического страхования разрабатывались правовые акты регионального уровня, регулирующие взаимоотношения в сфере страхования ответственности за загрязнение окружающей среды. С целью обеспечения гарантий по возмещению экологического ущерба, в Нижегородской и Ульяновской областях были приняты законы об экологическом страховании. Конкретные нормы, позволяющие реализовать механизм экологического страхования на региональном уровне, содержатся в региональных законах об охране окружающей природной среды Тамбовской и Пермской областей, Республики Татарстан. Приняты постановления краевых и областных администраций, регулирующие развитие экологического страхования в Саратовской, Рязанской, Московской,

Челябинской, Свердловской областях, Краснодарском крае. Разработан проект модельного закона “Об экологическом страховании” для г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области, Калининградской области.

## 14.2. Структурная схема функционирования системы добровольного экологического страхования в регионе

Рассмотрим процесс функционирования системы экологического страхования на региональном уровне (на примере Нижегородской области). В настоящее время на территории Нижегородской области действуют следующие нормативные документы, регулирующие взаимоотношения в сфере экологического страхования:

- Закон "Об экологическом страховании в Нижегородской области";
- "Положение об аварийных комиссарах по экологическим рискам";
- "Устав Нижегородского областного фонда экологического страхования".

Рассмотрим структурную схему функционирования системы добровольного экологического страхования в Нижегородской области (см. рис.1).

На схеме введены следующие обозначения:

- блоки 1-5 - юридические и физические лица, участвующие в процессе страхования;
- блоки 6-10 - денежные суммы;
- блоки 11,12 - факторы, влияющие на формирование денежных сумм;
- сплошные линии - движение потоков денежных средств;
- штриховые линии - движение информационных потоков, влияющих на осуществление процесса страхования;
- штрих-пунктирные линии - взаимосвязи между организациями, осуществляющими страховую деятельность, и денежными суммами.

Основными элементами схемы являются:

- *страхователи* (блок 1)- предприятия и организации всех форм собственности, деятельность которых связана с повышенной опасностью аварийного загрязнения окружающей среды;

- *страховщики* (блок 2)- страховые компании, зарегистрированные на территории Российской Федерации в соответствии с действующим законодательством и получившие лицензию на проведение операций по страхованию риска загрязнения окружающей среды в Департаменте страхового

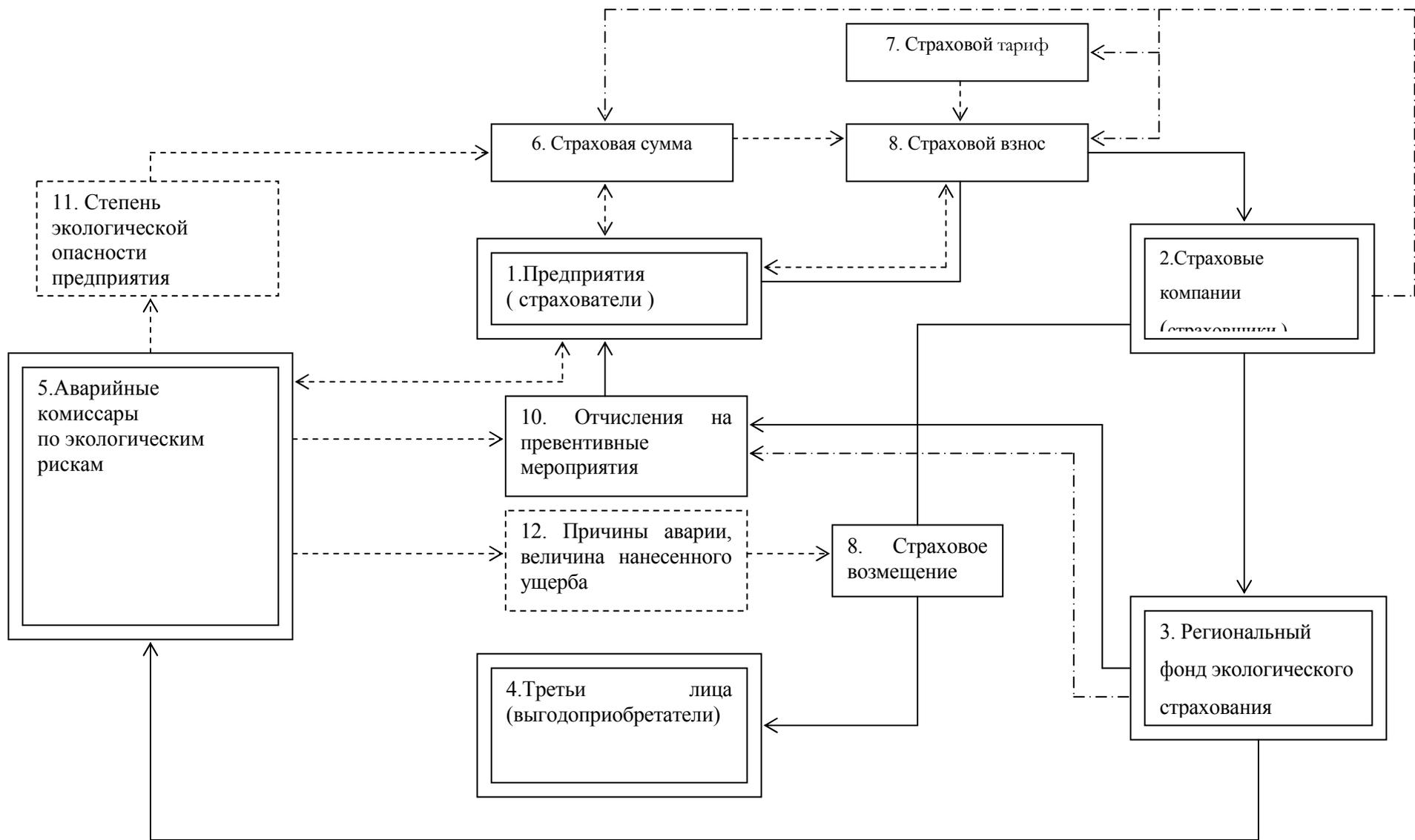


Рис. 1. Структурная схема функционирования системы добровольного экологического страхования в регионе

надзора Министерства финансов РФ. Для осуществления экологического страхования на территории региона страховщик должен заключить договор с региональным фондом экологического страхования;

- *региональный фонд экологического страхования (РФЭС)* (блок 3). Этот фонд создается для внедрения обязательного экологического страхования, управления централизованными фондами экологического резерва, содействия развитию добровольного экологического страхования, а также координации превентивных и иных мероприятий, связанных с проблемами обеспечения экологической безопасности региона. РФЭС аккумулирует часть страховых взносов предприятий, направляемых на экологическое страхование, накапливает финансовые резервы для обеспечения устойчивости системы экологического страхования и, в частности, для обеспечения возможностей системы по страхованию крупных экологических рисков. Фонд разрабатывает страховые тарифы и страховые взносы для предприятий, подлежащих обязательному экологическому страхованию. При наступлении страховых случаев РФЭС при добровольном экологическом страховании в случае недостатка собственных средств у страховых компаний предоставляет им ссуды, в том числе на льготных условиях. Кроме этого, фонд разрабатывает программу проведения превентивных мероприятий на предприятиях - источниках повышенной опасности в целях снижения риска аварийного загрязнения окружающей среды и осуществляет контроль за их проведением (штрих-пунктирная стрелка 3-10). Совместно с экологической службой администрации региона и территориальными специально уполномоченными органами в области охраны окружающей среды РФЭС способствует внедрению системы мониторинга потенциально опасных объектов, создает банк статистических данных об экологических авариях и катастрофах, содействует осуществлению подготовки кадров для работы в области страхования риска загрязнения окружающей среды. Временно свободные финансовые средства фонд вкладывает в быстроликвидные активы, что способствует созданию дополнительных источников финансирования природоохранных мероприятий;

- *выгодоприобретатели (третьи лица)* (блок 4) - физические и юридические лица, органы государственной власти и местного самоуправления, которым может быть причинен вред вследствие аварийного загрязнения окружающей среды и в пользу которых заключается договор экологического страхования;

- *аварийные комиссары по экологическим рискам* (блок 5) выступают в качестве экспертов при заключении договоров страхования для определения степени экологической опасности подлежащих страхованию предприятий. Они принимают участие в подготовке и осуществляют контроль за проведением превентивных мероприятий. При наступлении страхового случая аварийные комиссары по экологическим рискам устанавливают причины, характер и последствия техногенной аварии или катастрофы, определяют величину ущерба, нанесенного

окружающей среде и третьим лицам. Организационное и методическое обеспечение деятельности службы аварийных комиссаров по экологическим рискам осуществляют территориальные специально уполномоченные органы в области охраны окружающей среды на основе договора с региональным фондом экологического страхования, в котором определяются объем оказываемых услуг, размер и условия оплаты, ответственность сторон.

Согласно схеме (рис.1) добровольное экологическое страхование на территории региона осуществляется следующим образом.

Предварительно составляется реестр потенциально опасных объектов, подлежащих экологическому страхованию. При этом следует отметить, что составление такого реестра является элементом обязательного экологического страхования. Однако его целесообразно включить в систему добровольного страхования, так как сбор информации по всем экологически опасным объектам необходим для создания банка статистических данных, отсутствие которого сдерживает развитие рынка экологического страхования.

Предприятия - источники повышенной экологической опасности, включенные в реестр (блок 1), представляют службе аварийных комиссаров справку о техническом состоянии объекта с указанием технического состояния используемого оборудования (штриховая стрелка 1-5). Одновременно служба аварийных комиссаров проводит экологический аудит этих объектов (5-1 и 5-11). При этом оценивается уровень экологического риска, вероятность возникновения техногенных аварий, величина возможного ущерба.

В процессе экологического аудирования целесообразно сгруппировать предприятия по степени потенциальной экологической опасности (блок 11). По степени потенциальной экологической опасности они подразделяются на особо опасные, опасные и малоопасные предприятия.

От результатов экологического аудирования, проводимого службой аварийных комиссаров, зависят величины страховых сумм (блок 6) и страховых тарифов (блок 7), устанавливаемых для предприятий - страхователей. Они разрабатываются страховыми компаниями (штрихпунктирные стрелки 2-6 и 2-7) для отдельных групп риска (ООП, ОП, МП). Исходя из степени экологической опасности страхователя и текущих затрат страховщика, в каждом конкретном случае при установлении фактического страхового тарифа страховщик вправе применять повышающий или понижающий поправочный коэффициент, на который умножается базовый страховой тариф. Величины страховых сумм и страховых тарифов обычно согласовываются со страхователями (штриховые стрелки 6-1 и 8-1).

Размер страхового взноса (блок 8) определяется на основании базового страхового тарифа (7-8) и страховой суммы (6-8) по следующей формуле

$$V_i = \frac{T_{\text{бл}} \cdot K_i \cdot S_i}{100} ,$$

где  $v_i$  - страховой взнос  $i$ -го предприятия, руб.;

$T_{ol}$  - базовой страховой тариф, установленный для  $l$ -ной группы риска, % ;

$K_i$  - поправочный коэффициент, учитывающий степень экологической опасности  $i$ -го предприятия (безразмерный);

$S_i$  - страховая сумма, руб.

После экологического аудирования потенциально опасных объектов страховщик заключает договор экологического страхования с предприятием - страхователем, обязуясь при наступлении страхового случая возместить возможные убытки. Перечень загрязняющих веществ и причины страховых событий, убытки по которым подлежат возмещению, оговариваются в конкретном договоре экологического страхования. Объем убытков, принимаемых к страхованию, определяется размером страховой суммы, согласованной между страховщиком и страхователем, и лимитами ответственности страховщика. Лимиты ответственности страховщика зависят от следующих факторов:

- финансовых возможностей страховой компании;
- формы страхования;
- объема страховой ответственности;
- круга страхователей.

В договоре может быть установлена обязанность страхователя участвовать в оплате убытков, не превышающих определенного размера (франшиза). Могут быть установлены условная (не вычитаемая) или безусловная (вычитаемая) франшизы. При условной франшизе страховщик освобождается от ответственности за убыток, не превышающий установленной суммы франшизы, и должен возместить убыток полностью, если его размер больше суммы франшизы. При безусловной франшизе убыток во всех случаях возмещается за вычетом установленной франшизы. Договор страхования вступает в силу с момента поступления на расчетный счет страховщика первого страхового взноса и, как правило, после выдачи страхователю страхового полиса, удостоверяющего факт заключения договора. Договор экологического страхования заключается сроком на один год с последующей пролонгацией.

Страхователь уплачивает страховщику взносы по экологическому страхованию в установленные договором сроки (сплошная стрелка 1-8-2). При этом страховые взносы уплачиваются за счет прибыли, остающейся в распоряжении страхователя после налогообложения. Часть страховых взносов перечисляется страховщиками региональному фонду экологического страхования (стрелка 2-3) для финансирования превентивных мероприятий по обеспечению экологической безопасности предприятий-страхователей (сплошная стрелка 3-10-1). На эти же цели страховыми компаниями может отчисляться часть прибыли. Это объясняется тем, что в осуществлении эффективных превентивных мероприятий

заинтересованы не только страхователи, но и страховщики, так как в их интересах уменьшить компенсационные выплаты и увеличить прибыль. Кроме того страховые компании перечисляют РФЭС средства для финансирования деятельности аварийных комиссаров по экологическим рискам (3-5).

При наступлении страхового случая создается компетентная комиссия, которая устанавливает причины, масштаб и последствия аварии, размер убытков, причиненных потерпевшим третьим лицам (блок 12). Служба аварийных комиссаров по экологическим рискам проводит независимую экспертизу объектов страхователя и третьих лиц с выдачей аварийного заключения (стрелка 5-12). Кроме этого страховщик имеет право самостоятельно произвести выяснение причин и обстоятельств страхового случая.

Для определения размера компенсаций, которые необходимо выплатить пострадавшим третьим лицам, рассчитываются величины убытков, причиненных в результате экологических аварий. В настоящее время расчет ущерба (убытков) от аварийного загрязнения окружающей среды производится на основе базовых нормативов платы за загрязнение окружающей среды с учетом соответствующих коэффициентов экологической ситуации и экологической значимости, а также изменения уровня цен. Однако рассчитанный таким образом ущерб значительно ниже фактически причиненного. В связи с этим расчет величины убытков от экологических аварий рекомендуется осуществлять с использованием методики, разработанной д.э.н. Г.А. Моткиным.

Страховое возмещение (блок 9) выплачивается выгодоприобретателям (стрелка 2-9-4) в сроки, установленные действующим законодательством, после получения страховщиком всех необходимых документов (заключения комиссии по расследованию причин и последствий аварии, аварийного заключения, заключения экспертизы страховщика, документов, определяющих размер имущественных претензий, решений судов и арбитража). Выплата страхового возмещения производится в пределах лимитов ответственности страховщика, указанных в договоре страхования, за вычетом оговоренной в договоре франшизы.

После выплаты страхового возмещения пострадавшим страховщик имеет право предъявить регрессный иск предприятию - страхователю в том случае, когда причиной убытков были его определенные действия или бездействие. При этом размер такого иска зависит от степени вины причинителя вреда.

### **14.3. Расчёт убытков от аварийного загрязнения окружающей среды**

Согласно методике, разработанной Г.А. Моткиным, расчет величины убытков от аварийного загрязнения атмосферы для случая, когда масса аварийного поступления  $j$ -го вредного вещества ( $m_{jав}$ ) в атмосферу больше или равна объему предельно допустимого выброса этого вредного вещества ( $O_j$ ), осуществляется по формуле

$$Y = \omega \cdot f \cdot \sum_{z=1}^Z \delta_z \cdot \sum_{j=1}^J m_{j\text{ав}} \cdot a_j, \quad \text{при } m_{j\text{ав}} \geq O_j,$$

где  $Y$  - убыток, причиняемый аварийным загрязнением атмосферы, руб.;

$\omega$  - константа, численное значение которой равно 1,5 усл.ед./т.а.п.н.;

$f$  - поправка (безразмерная), учитывающая характер рассеивания примеси в атмосфере;

$\delta_z$  - коэффициент (безразмерный) относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха над территориями различного типа  $z$ , определяется по табличным данным;

$a_j$  - показатель относительной агрессивности  $j$ -го вредного вещества, определяется по табличным данным, т.а.п.н./т.

Величина  $f$  определяется следующим образом:

а) для газообразных примесей и легких мелкодисперсных частиц с очень малой скоростью оседания (менее 1 см/сек) по формуле

$$f = \frac{100}{100 + \varphi h} \cdot \frac{4}{1 + u}, \quad (2.1)$$

где  $u$  - среднее за рассматриваемый период времени значение скорости ветра на уровне флюгера, м/сек, при отсутствии данных принимается равным 3 м/сек;

$\varphi$  - безразмерная поправка на подъем факела выбросов в атмосфере, определяемая по формуле

$$\varphi = 1 + \frac{\Delta T}{75}$$

$\Delta T$  - среднее в момент аварии значение разности температур в устье источника выброса и в окружающей атмосфере на уровне устья, °С.

$h$  - геометрическая высота устья источника выбросов, м.

б) для частиц, оседающих со скоростью от 1 до 20 м/сек, - по формуле

$$f = \sqrt{\frac{1000}{60 + \varphi h}} \cdot \frac{4}{1 + u} \quad (2.2)$$

в) для частиц, оседающих со скоростью свыше 20 м/сек, принимается, что  $f=10$ .

В случае отсутствия данных о дифференциации примесей по приведенному признаку используются следующие допущения:

при фактической степени очистки (улавливания), равной или более 90%, принимается формула (2.1);

при степени очистки, равной или большей 70%, но меньше 90%, а также при горении жидких и газообразных топлив, не сопровождающемся быстрой конденсацией частиц, - формула (2.2);

при степени очистки меньше 70%, при выбросе частиц одновременно с парами воды или других веществ, сопровождающемся быстрой конденсацией,  $f=10$ .

Показатель относительной агрессивности вредного вещества  $a_j$  определяется относительно сернистого ангидрида по формуле

$$a_j = \frac{ПДК_{сут}(SO_2) \cdot ПДК_{раб.зоны}(SO_2)}{ПДК_{сут.(j)} \cdot ПДК_{раб.зоны(j)}},$$

где  $ПДК_{сут.(j)}$  - среднесуточная предельно допустимая концентрация  $j$ -го вредного вещества в атмосферном воздухе;

$ПДК_{раб.зоны(j)}$  - предельно допустимое значение концентрации  $j$ -го вредного вещества в воздухе рабочей зоны;

$ПДК_{сут}(SO_2)$  - среднесуточная предельно допустимая концентрация сернистого ангидрида ( $SO_2$ ) в атмосферном воздухе населенных мест;

$ПДК_{раб.зоны}(SO_2)$  - предельно допустимое значение концентрации  $SO_2$  в воздухе рабочей зоны.

Расчет величины убытков от аварийного загрязнения водных источников для случая, когда масса аварийного поступления  $j$ -го вредного вещества ( $m_{jрав}$ ) в водный источник  $r$  больше или равна объему предельно допустимого сброса этого вредного вещества ( $W_j$ ), осуществляется по формуле

$$Y = a \cdot \sum_{r=1}^R \sum_{j=1}^J A_j \cdot a_r \cdot m_{jрав}, \quad \text{при } m_{jрав} \geq W_j,$$

где  $a$  - константа, равная 9 усл.ед./т.а.п.н.;

$a_r$  - безразмерная константа, определяющая относительную социальную и эколого-экономическую опасность сброса вредных веществ в водоемы, значения находятся по табличным данным;

$A_j$  - показатель относительной опасности аварийного сброса  $j$ -го вредного вещества в водоемы, определяется по табличным данным, т.а.п.н./т.

## **Лекция 15. Права и обязанности сторон в экологическом страховании.**

### **15.1. Права и обязанности страховщиков.**

Права и обязанности страховщиков и страхователей закрепляются в договоре страхования и его приложениях. В договоре страховщик принимает на себя компенсацию убытков, причиненных аварийным загрязнением окружающей среды третьим лицам

Принимая на себя обязательства по несению риска, страховщик должен:

- ясно и понятно охарактеризовать в договоре страхуемый риск и границы страхового интереса;
- указать исключения из страхового покрытия;
- выдать страхователю страховой полис в установленный срок;
- при наступлении страхового случая совместно со страхователем составить необходимую страховую документацию;
- при страховом случае произвести страховую выплату в установленный договором страхования срок;
- возместить расходы, произведенные страхователем при наступлении страхового случая для предотвращения и уменьшения вреда третьим лицам (расчеты по расчистке загрязненной территории, сооружению временных дамб и отстойников и т. п.), если такое возмещение предусмотрено конкретным договором страхования;
- обеспечить конфиденциальность информации, которая стала известна в процессе страхования;
- Страховщик имеет право:
  - получать от страхователя полную информацию, необходимую для оценки экологического риска, а также сведения о причинах, размерах и последствиях произошедшей экологической аварии;
  - приостановить действие договора страхования до уплаты дополнительной страховой премии, если в период действия договора произойдут изменения, повышающие страховой риск, которые связаны с заменой оборудования, технологическим процессом, используемыми видами сырья и материалов, производимой продукции и т.д. Однако страховщик обязан после перечисления страхового взноса с учетом возросшего страхового риска и перечисления дополнительного страхового взноса на его расчетный счет возобновить действие договора страхования;
  - проводить страховое экологическое аудирование страхователя или поручать его проведение специализированным организациям;
  - представлять интересы страхователя в переговорах о возмещении причиненного страховым случаем убытка;

- принимать участие в судебных и арбитражных процессах по поводу предъявленных к страхователю имущественных требований, а также выступать в судебных органах от имени и по поручению страхователя. Если страховщик отказывается от представления интересов страхователя, то он возмещает страхователю расходы по оплате адвокатов, защищающих его интересы в таких процессах;
- участвовать в работе комиссии по выяснению причин, размера и последствий причиненного страховым случаем убытка;
- при необходимости запрашивать дополнительные сведения, связанные со страховым случаем у страхователя, других учреждений и организаций, а также самостоятельно произвести выяснение причин и обстоятельств страхового случая
- за счет средств фонда предупредительных мероприятий осуществлять целевое финансирование и материально-техническое обеспечение программ и мероприятий по повышению безопасности производственного процесса на предприятии-страхователе.

При ряде обстоятельств страховщик имеет право отказаться от выплаты страхового возмещения. Это возможно в случаях:

- сообщения страхователем недостоверных или неполных сведений об обстоятельствах, имеющих существенное значение для оценки степени страхового риска, и обо всех изменениях в страховом риске;
- невыполнения страхователем требований и рекомендаций страховщика, направленных на уменьшение риска аварийного загрязнения окружающей среды;
- несвоевременного уведомления страховщика о наступлении страхового случая;
- непредставления страховщику документов, необходимых для определения размера убытка, причиненного аварийным загрязнением окружающей среды;
- невыполнения страхователем своих обязанностей после наступления страхового случая или предъявления иска;
- умышленных действий страхователя, направленных на наступление страхового случая;
- отказа страхователя от своих прав по предъявлению регрессных исков к лицам, виновных в произошедшем страховом событии.

## **15.2. Права и обязанности страхователей.**

Страхователь обязан:

- при заключении договора страхования сообщать страховщику обо всех известных ему обстоятельствах, имеющих значение для оценки степени экологической опасности его деятельности, а также о других заключенных или заключаемых в отношении него договорах страхования;
- своевременно уплачивать страховые взносы;

- допускать представителей страховщика (или других лиц по его поручению) к документации и оборудованию в целях проведения страхового экологического аудита;
- в период действия договора страхования незамедлительно сообщить страховщику обо всех изменениях технологического режима, состояния основных фондов и природоохранного оборудования на предприятии;
- в кратчайшие сроки сообщить страховщику о наступлении страхового случая; принять все необходимые меры для минимизации неблагоприятных последствий от аварийного загрязнения окружающей среды, для выяснения причин и размера причиненного убытка;
- представить страховщику всю информацию, необходимую для оценки причин и последствий страхового случая;
- при предъявлении имущественных претензий или иска о возмещении вреда сообщить об этом страховщику и выслать ему все документы, относящиеся к данному делу;
- немедленно сообщать страховщику обо всех претензиях и исках, предъявленных страхователю и принимать все меры для участия страховщика в судебных разбирательствах по этим требованиям
- в случае, если страховщик сочтет необходимым назначение своего адвоката или иного уполномоченного лица для защиты интересов страховщика и страхователя, как в судебном, так и во внесудебном порядке в связи со страховым случаем оказывать ему всевозможное содействие;
- урегулировать претензии, не превышающие размера франшизы, установленной конкретным договором страхования;
- не выплачивать возмещение, не признавать частично или полностью требований предъявленных страхователю в связи со страховым случаем, а также не принимать на себя каких-либо обязательств по урегулированию таких требований без согласия страховщика;
- принять все доступные меры по обеспечению регрессных требований к третьим лицам, несущим ответственность за причинение вреда при страховом случае;
- если у страхователя имеется возможность требовать прекращения или сокращения размера имущественных претензий, поставить страховщика в известность об этом и принять все доступные меры по прекращению и уменьшению из размеров.

Страхователь имеет право на основании соглашения со страховщиком использовать средства фонда предупредительных мероприятий на проведение природоохранных мероприятий на своих производственных объектах, предупреждающих аварийное загрязнение окружающей среды.

## Лекция 16. Расчет тарифных ставок по страхованию риска загрязнения окружающей среды

### 16.1. Сущность и задачи актуарных расчетов.

Совокупность экономико-математических методов, используемых для вычисления страховых тарифов, называют актуарными расчётами. Методология актуарных расчетов основана на использовании положений теории вероятностей, математической статистики и финансовой математики. С помощью актуарных расчетов определяются себестоимость и стоимость услуги, оказываемой страховщиком страхователю.

Основные задачи актуарных расчетов:

- исследование и группировка рисков в рамках страховой совокупности;
- вычисление математической вероятности наступления страхового случая, определение частоты и степени тяжести последствий причинения ущерба, как в отдельных рискованных группах, так и в целом по страховой совокупности;
- математическое обоснование необходимых расходов на ведение дела страховщиком и прогнозирование тенденций их развития;
- обоснование необходимых резервных фондов страховщика, конкретных методов и источников их формирования.

С помощью актуарных расчетов решаются наиболее общие вопросы, которые не зависят от конкретного вида страхования. К ним относится определение нетто-ставки, надбавки за риск и расходов на ведение дела.

Одним из важнейших элементов деятельности страховых компаний является эффективное проведение тарифной политики, т.е. установление, уточнение и упорядочение страховых тарифов страховщиком в интересах успешного и безубыточного развития страхования.

Рассмотрим основные понятия, связанные с тарифной политикой.

*Страховой тариф (брутто-тариф)* - ставка страхового взноса с единицы страховой суммы (обычно со 100 руб.). Он представляет собой критерий страхового фонда, гарантирующий безубыточное проведение страховой деятельности. Основная цель при расчете страховых тарифов связана с определением и покрытием вероятной суммы убытков, приходящейся на каждого страхователя или на единицу страховой суммы. Страховой тариф состоит из двух частей: нетто-ставки и нагрузки.

*Нетто-ставка* предназначена для формирования страхового фонда, который используется для страховых выплат страхователям. Методика расчета нетто-ставки по однородным объектам страхования сводится к определению среднего показателя убыточности страховой суммы за тарифный период (желательно 5-10 лет) с поправкой на величину рискованной надбавки. При этом основная часть нетто-ставки соответствует средним выплатам страховой

компании, а *рисковая надбавка* вводится для учета вероятного превышения сумм страховых возмещений, выплачиваемых страховщиком относительно их среднего значения.

*Нагрузка* предназначена для покрытия затрат на проведение страхования (в т.ч. на службу аварийных комиссаров) и создания резерва превентивных природоохранных мероприятий. Кроме этого в составе нагрузки может быть предусмотрена определенная плановая прибыль от страховой деятельности.

## **Лекция 17. Расчет тарифных ставок по страхованию риска загрязнения окружающей среды**

### **17.1. Методика расчета тарифных ставок по экологическому страхованию.**

Одним из важнейших элементов деятельности страховых компаний является эффективное проведение тарифной политики, т.е. установление, уточнение и упорядочение страховых тарифов страховщиком в интересах успешного и безубыточного развития страхования.

Рассмотрим основные понятия, связанные с тарифной политикой.

*Страховой тариф (брутто-тариф)* - ставка страхового взноса с единицы страховой суммы (обычно со 100 руб.). Он представляет собой критерий страхового фонда, гарантирующий безубыточное проведение страховой деятельности. Основная цель при расчете страховых тарифов связана с определением и покрытием вероятной суммы убытков, приходящейся на каждого страхователя или на единицу страховой суммы. Страховой тариф состоит из двух частей: нетто-ставки и нагрузки.

*Нетто-ставка* предназначена для формирования страхового фонда, который используется для страховых выплат страхователям. Методика расчета нетто-ставки по однородным объектам страхования сводится к определению среднего показателя убыточности страховой суммы за тарифный период (желательно 5-10 лет) с поправкой на величину рисковой надбавки. При этом основная часть нетто-ставки соответствует средним выплатам страховой компании, а *рисковая надбавка* вводится для учета вероятного превышения сумм страховых возмещений, выплачиваемых страховщиком относительно их среднего значения.

*Нагрузка* предназначена для покрытия затрат на проведение страхования (в т.ч. на службу аварийных комиссаров) и создания резерва превентивных природоохранных мероприятий. Кроме этого в составе нагрузки может быть предусмотрена определенная плановая прибыль от страховой деятельности.

В настоящее время тарифные ставки по экологическому страхованию рассчитываются по утвержденной распоряжением Росстрахнадзора № 02-03-36 от 8.07.93 г. "Методике расчета тарифных ставок по рисковому видам страхования". Дадим краткое описание этой методики применительно к условиям страхования риска загрязнения окружающей среды. Прежде всего заметим, что рассматриваемая методика применима при следующих условиях:

1) существует статистика по рассматриваемому виду страхования (статистика аварийных выбросов (сбросов) загрязняющих веществ по предприятиям региона);

2) предполагается, что не будет опустошительных событий, когда одно событие влечет за собой несколько страховых случаев;

3) расчет тарифов проводится при заранее известном количестве договоров  $n$ , которые предполагается заключить со страхователями.

Предварительно определяются следующие величины:

1) вероятность наступления страхового случая по одному договору страхования

$$q = \frac{M}{N} ,$$

где  $M$  - количество страховых случаев (экологических аварий) в  $N$  договорах;

$N$  - общее количество договоров, заключенных за некоторый период времени в прошлом;

2) средняя страховая сумма по одному договору страхования

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{N} ,$$

где  $S_i$  - страховая сумма при заключении  $i$ -го договора.

В настоящее время отсутствует методика расчета страховых сумм в зависимости от степени экологической опасности объектов, поэтому следует определять страховые суммы в соответствии с действующим Законом “О промышленной безопасности опасных производственных объектов” в зависимости от массы опасных веществ, участвующих в производственном процессе. При этом, учитывая положения данного Закона, рекомендуется устанавливать следующий минимальный размер страховой суммы:

- для предприятий группы ООП - семьдесят тысяч минимальных размеров оплаты труда;

- для предприятий группы ОП - десять тысяч минимальных размеров оплаты труда;

- для предприятий группы МП - одна тысяча минимальных размеров оплаты труда;

3) среднее возмещение по одному договору страхования при наступлении страхового случая

$$\bar{S}_B = \frac{\sum_{k=1}^M S_{Bk}}{M} , \tag{2.3}$$

где  $S_{Bk}$  - страховое возмещение при  $k$ -м страховом случае.

На начальном этапе осуществления экологического страхования при отсутствии фактических данных о результатах страховых операций, т.е. статистики по величинам

страховых возмещений в качестве  $S_{Bk}$  в формуле (2.3) можно использовать величину  $U_k$  - размер убытков, причиненных в результате  $k$ -той аварии.

Брутто-тариф определяется по формуле

$$T_{\sigma} = \frac{T_H \cdot 100\%}{100 - H},$$

где  $T_H$  - нетто-ставка;

$H$  - доля нагрузки в общей тарифной ставке, %.

Согласно методике Росстрахнадзора нагрузка устанавливается в процентах от брутто-тарифа. В зависимости от формы и вида страхования она может колебаться от 9% до 40%.

Рассмотрим рекомендуемую структуру нагрузки для экологического страхования. Для существенного улучшения сложной экологической обстановки, сложившейся к настоящему времени в регионе, требуются значительные инвестиции в природоохранную деятельность. Именно этим объясняется довольно большой удельный вес отчислений на превентивные природоохранные мероприятия в рекомендуемой структуре нагрузки, принятый равным 25%. Удельный вес остальных элементов нагрузки следующий: расходы на ведение дела - 10%; расходы на службу аварийных комиссаров - 5%.

Нетто-ставка  $T_H$  состоит из двух частей - основной части  $T_O$  и рискованной надбавки  $T_P$ .

$$T_H = T_O + T_P$$

Основная часть нетто-ставки со 100 руб. страховой суммы рассчитывается по формуле

$$T_O = 100 \cdot \frac{\overline{S_B}}{S} \cdot q, \text{ руб.}$$

Величина рискованной надбавки  $T_P$  зависит от многих случайных факторов, поэтому для ее определения обычно пользуются аппаратом теории вероятностей.

Рискованная надбавка может быть рассчитана по следующей формуле

$$T_P = T_O \cdot \alpha(\gamma) \cdot \sqrt{\frac{1}{n \cdot q} \cdot \left[ 1 - q + \left( \frac{R_B}{S_B} \right)^2 \right]},$$

где  $\alpha(\gamma)$  - коэффициент, который зависит от гарантии безопасности  $\gamma$  - требуемой вероятности того, что собранных взносов хватит на выплату возмещений по всем страховым случаям. Значение  $\gamma$  может быть взято из следующей таблицы

Таблица 3 - Значения коэффициента  $\alpha$  (в зависимости от гарантии безопасности  $\gamma$ )

$\gamma$	0,84	0,9	0,95	0,98	0,9986
$\alpha(\gamma)$	1,0	1,3	1,645	2	3

$R_B$  - среднеквадратическое отклонение величин возмещений при наступлении страховых случаев. При наличии статистики выплат страховых возмещений оно определяется согласно методике Росстрахнадзора. При этом дисперсия выплат возмещения  $R_B^2$  вычисляется следующим образом:

$$R_B^2 = \frac{1}{M-1} \cdot \sum_{K=1}^M (S_{Bk} - \overline{S_B})^2$$

При отсутствии данных о величине  $R_B$  (это характерно для начального этапа осуществления экологического страхования) допускается вычисление рискованной надбавки по формуле

$$T_P = 1,2 \cdot T_O \cdot \alpha(\gamma) \cdot \sqrt{\frac{1-q}{n \cdot q}} .$$

Существуют и другие подходы к решению проблемы определения рискованной надбавки. Наиболее теоретически обоснованным можно считать метод, основанный на использовании модели Эрланга описания рискованного процесса для распределения вероятности суммарной величины страховых возмещений.

Модель Эрланга положена в основу методики расчета величины рискованной надбавки, разработанной специалистами Центра экологической безопасности Нижегородской области. В Пакете документов для внедрения экологического страхования на территории Нижегородской области указанная методика доведена до двумерной таблицы, отражающей зависимость вероятности  $\gamma$ , с которой превышение  $S_B$  над  $\overline{S_B}$  не превзойдет  $\tau \overline{S_B}$  ( $\overline{S_B}$  - средняя сумма страховых возмещений за предыдущие годы), от величин рискованного параметра  $\tau$  и  $K_{Cp}$  - полученного из статистики среднего числа экологических аварий за год.

Рискованная надбавка согласно методике, разработанной на основе модели Эрланга, рассчитывается по формуле

$$T_P = \tau \cdot T_O .$$

$\tau$  определяется по табличным данным.

## **Лекция 18. Количественные методы оценки функционирования систем экологического страхования**

### **18.1. Система показателей, количественно характеризующих различные аспекты страхования риска загрязнения окружающей среды**

Известно, что экологическое страхование, как сложный экономический процесс, характеризуется совокупностью различных взаимосвязей и взаимозависимостей. Некоторые из

них выявлены и получили количественное отражение в виде численных показателей. Рассмотрим эти показатели.

I. Существующие показатели, общие для всех видов страхования

1. Показатель степени финансовой устойчивости страховых операций (вариационный коэффициент Ф.В. Коньшина):

$$\Psi = \frac{R_B}{C}, \quad (24.7)$$

где  $R_B$  - величина, называемая в литературе, средним квадратичным отклонением суммы страхового возмещения от суммы нетто-премии, руб. При этом принимают:

$$R_B = \bar{S} \cdot \sqrt{n \cdot q \cdot (1 - q)}, \quad (24.8)$$

$\bar{S}$  - средняя страховая сумма, руб.;

$n$  - число страхователей;

$q$  - вероятность страхового события (убытка).

$C$  - общая сумма нетто-премии, руб.

$$C = \sum_{i=1}^n c_i = \bar{S} \cdot n \cdot q. \quad (24.9)$$

Используя (2.8) и (2.9), формулу (24.7) можно записать следующим образом:

$$\Psi = \frac{\bar{S} \cdot \sqrt{n \cdot q \cdot (1 - q)}}{\bar{S} \cdot n \cdot q} = \sqrt{\frac{1 - q}{n \cdot q}}.$$

Показатель  $\Psi$  используется для определения степени вероятности дефицита средств страховой компании за определенный период. Заметим, что чем ниже абсолютное значение данного показателя, тем меньше вероятность нерентабельных результатов проведения операций по страхованию.

2. Показатель финансовой устойчивости страхового фонда:

$$K_{\phi V} = \frac{D_C + C_{3\phi}}{P_C},$$

где  $D_C$  - сумма доходов страховщика за тарифный период;

$C_{3\phi}$  - сумма средств в запасных фондах;

$P_C$  - сумма расходов за тарифный период.

Нормальным считается  $K_{\phi V} > 1$ , т.е. когда сумма доходов за тарифный период с учетом остатка средств в запасных фондах превышает все расходы страховщика за этот же период.

3. Показатель рентабельности страховых операций:

$$r_S = \frac{P_S}{V} \cdot 100\% \quad , \quad (24.10)$$

где  $P_S$  - прибыль страховщика, руб.;

$V$  - общая сумма страховых взносов предприятий - страхователей, руб.

$$V = \sum_{i=1}^n v_i \quad , \quad (24.11)$$

$v_i$  - страховой взнос  $i$ -го предприятия, руб.

При этом чем выше значение показателя  $r_S$ , тем большую прибыль получает страховщик с каждого рубля страховых платежей.

4. Показатель убыточности страховой суммы:

$$Y = \frac{S_B}{S} \cdot 100\% \quad , \quad (24.12)$$

где  $S_B$  - сумма страховых возмещений, руб.

$$S_B = \sum_{k=1}^K S_{Bk} \quad , \quad (24.13)$$

$S_{Bk}$  - страховое возмещение при  $k$ -том страховом случае, руб.;

$k$  - порядковый номер зарегистрированного страхового случая (за год);

$K$  - число страховых случаев.

$S$  - общая страховая сумма по всем договорам страхования, руб.

$$S = \sum_{i=1}^n S_i \quad ,$$

$S_i$  - страховая сумма при заключении  $i$ -го договора, руб.

Показатель убыточности страховой суммы используется для контроля за изменениями риска.

5. Показатель убыточности страховых операций:

$$U = \frac{S_B}{C} \cdot 100\% \quad .$$

Заметим, что чем ниже значение показателя  $U$ , тем лучше результаты хозяйственной деятельности страховщика. Если рассчитывать этот показатель в долях единицы, то он может быть меньше, больше или равен 1. Если  $U=1$  - вся сумма нетто-премии была направлена на выплату страховых возмещений. Если  $U=0$  - страховые возмещения не выплачивались (в случае безаварийной работы предприятий - страхователей). При  $U>1$  выплата страховых возмещений производится за счет средств резервных и запасных фондов, а также средств перестраховщиков (в случае заключения договоров перестрахования).

II. Показатели, разработанные специально для экологического страхования

1. Для оценки величины средств, полученных предприятием для проведения превентивных мероприятий, и степени самофинансирования этих мероприятий используется *относительный показатель отчислений на превентивные природоохранные мероприятия (для отдельного предприятия)*:

$$b_i = \frac{v_i^0}{v_i} \quad , \quad (24.15)$$

где  $v_i^0$  - средства, выделяемые региональным фондом экологического страхования для проведения превентивных мероприятий на  $i$ -м предприятии, руб.;

$v_i$  - страховой взнос  $i$ -го предприятия, руб.

При  $b_i = 0$  предприятие не получает средств на превентизацию аварий. В соответствии с тем, что в Нижегородской области 25% от собранных страховых взносов рекомендуется направлять на финансирование превентивных мероприятий, при  $b_i = 0,25$  все средства, предусмотренные в договоре для предупреждения аварий, перечисляются предприятию. При  $0 < b_i < 0,25$  предприятие получает только часть средств, предусмотренных договором; остальные средства могут быть направлены другим предприятиям. При  $b_i > 0,25$  финансирование природоохранных мероприятий осуществляется за счет аккумуляции средств других (менее опасных) предприятий-загрязнителей и (или) за счет средств самого фонда.

2. Для оценки степени выполнения годовой программы превентивных мероприятий на предприятиях - источниках повышенной экологической опасности, вводится *показатель отчислений на превентивные природоохранные мероприятия на региональном уровне*:

$$B = \frac{V^0}{V} \quad , \quad (24.16)$$

где  $V^0$  - средства, выделяемые фондом экологического страхования для осуществления мероприятий по обеспечению экологической безопасности в регионе, руб.:

$$V^0 = \sum_{i=1}^n v_i^0 \quad ,$$

$v_i^0$  - средства, выделяемые региональным фондом экологического страхования для проведения превентивных мероприятий на  $i$ -м предприятии, руб.

$V$  - общая сумма страховых взносов предприятий - страхователей, руб.

При  $B = 0,25$  (для Нижегородской области) годовая программа проведения превентивных мероприятий в регионе оказывается выполненной.

3. Для характеристики уровня компенсации убытков, причиненных в результате  $k$ -той аварии вводится *показатель возмещения убытков*:

$$G_k = \frac{S_{Bk}}{Y_k},$$

где  $Y_k$  - величина убытков, причиненных в результате  $k$ -той аварии, руб. ;

$S_{Bk}$  - страховое возмещение при  $k$ -том страховом случае, руб.

Если  $G_k=0$ , убытки, причиненные страховым случаем, не возмещались. Если  $G_k=1$ , убытки от аварийного загрязнения были компенсированы в полном объеме. Таким образом, показатель возмещения убытков от аварии  $G_k$  может принимать значения в пределах:  $0 < G_k \leq 1$ .

Одна из особенностей экологического страхования состоит в том, что убытки от аварий могут приобретать столь грандиозный масштаб, что компенсация ущерба за счет страхования будет лишь символической. В этом случае показатель  $G_k$  будет существенно меньше единицы.

4. Для определения уровня компенсации убытков, причиненных за год, вводится *годовой показатель возмещения убытков*:

$$G = \frac{S_B}{Y}, \quad (24.17)$$

где  $Y$  - сумма убытков, причиненных за год в результате аварийного загрязнения окружающей среды, руб. ;

$$Y = \sum_{k=1}^K Y_k,$$

$S_B$  - сумма страховых возмещений, руб.

5. Для характеристики деятельности страховщика вводится *показатель затрат страховой компании*:

$$l = \frac{W}{V},$$

где  $W$  - величина затрат на ведение дела ( в т.ч. на службу аварийных комиссаров), руб.

При  $l=0$  - случай нереален. В соответствии с рекомендациями для Нижегородской области предусматривается 15% от собранных страховых взносов отчислять на ведение дел страховыми компаниями (в т.ч. на службу аварийных комиссаров), то есть  $l = 0,15$ . Таким образом, для Нижегородской области показатель затрат страховой компании  $l$  должен находиться в следующих пределах:  $0 < l \leq 0,15$ . При  $l > 0,15$  будет иметь место перерасход лимитируемых средств.

Можно уменьшить величину затрат на ведение дела за счет экономии управленческих расходов, которая будет достигнута в результате повышения квалификации управленческого персонала, научной организации труда, компьютеризации и т.д.).

6. Для определения доли средств, выделяемых  $i$ -му предприятию для проведения превентивных мероприятий, вводится *показатель доли средств, выделяемых на превентивизацию аварий*:

$$\beta = \frac{v_i^0}{V^0} ,$$

где  $v_i^0$  - средства, выделяемые региональным фондом экологического страхования для проведения превентивных мероприятий на  $i$ -м предприятии, руб.;

$V^0$  - средства, выделяемые фондом экологического страхования для осуществления мероприятий по обеспечению экологической безопасности в регионе, руб.

Относительный показатель отчислений на превентивизацию аварий  $\beta$  может принимать значения в пределах:  $0 \leq \beta \leq 1$ . При  $\beta=0$  предприятию не выделялись средства на превентивизацию аварий. При  $\beta=1$  все средства, выделяемые региональным фондом экологического страхования для осуществления превентивных мероприятий, были направлены на одно предприятие (маловероятный случай).

7. Для оценки убытков, причиненных  $i$ -м предприятием, по сравнению с суммарной величиной убытков за год по региону, вводится *относительный показатель загрязнения по предприятию*:

$$\varepsilon_1 = \frac{y_i}{Y} , \quad (24.18)$$

где  $y_i$  - величина убытков, причиненных  $i$ -м предприятием - источником аварийного загрязнения, руб. ;

$Y$  - сумма убытков, причиненных за год по региону в результате аварийного загрязнения окружающей среды, руб.

Если рассчитывать показатель  $\varepsilon_1$  в долях единицы, то он будет изменяться в следующих пределах:  $0 \leq \varepsilon_1 \leq 1$ . При  $\varepsilon_1=0$  за рассматриваемый период на предприятии не зарегистрировано ни одной аварии экологического характера. При  $\varepsilon_1=1$  все зарегистрированные в течение года экологические аварии, сопровождавшиеся нанесением убытков реципиентам, произошли на одном предприятии.

Совокупность показателей  $\varepsilon_1, \beta$  дает возможность проанализировать рациональность распределения средств для проведения превентивных мероприятий по конкретным предприятиям.

8. Для оценки убытков в регионе, причиненных  $g$ -ой отраслью промышленности, вводится *относительный показатель загрязнения по отрасли*:

$$\varepsilon_2 = \frac{y_g}{Y} ,$$

где  $y_g$  - величина убытков, причиненных предприятиями  $g$ -ой отрасли промышленности в результате аварийного загрязнения окружающей среды, руб.

Пределы изменения показателя:  $0 \leq \varepsilon_2 \leq 1$ .

9. Для оценки убытков, причиненных  $i$ -м предприятием внутри отрасли промышленности, вводится *относительный показатель загрязнения по предприятию в отрасли*:

$$\varepsilon_3 = \frac{y_i}{y_g}$$

Пределы изменения показателя:  $0 \leq \varepsilon_3 \leq 1$ .

10. Для сопоставления убытков, причиненных в результате экологических аварий предприятиями с различным годовым объемом выпускаемой продукции, вводится *относительный показатель убытков*:

$$t_i = \frac{y_i}{Q_i} ,$$

где  $y_i$  - величина убытков, причиненных  $i$ -м предприятием - источником аварийного загрязнения, руб. ;

$Q_i$  - годовой объем продукции, выпускаемой  $i$ -м предприятием, руб.

Заметим, что показатель  $t_i \geq 0$ , но не ограничен сверху.

### Раздел 3 Оценка экологического риска: методы и методики

#### Лекция 19. Методы выявления и классификации опасностей

##### 19.1. Базы данных по авариям.

Обязанностью каждого оператора, работающего на опасном производстве, является ознакомление со всеми авариями, происходившими на предприятиях, использующих аналогичные технологические процессы или схожие материалы и химикаты. После получения соответствующей информации, операторы должны определить может ли произойти один из случавшихся ранее инцидентов на его предприятии, и что нужно сделать для того, чтобы это предотвратить.

Точно также, при проведении анализа риска, важно иметь информацию о произошедших авариях, и всегда полезно потратить некоторое время на поиск такой информации, поскольку может быть много общего между исследуемым предприятием и тем, на котором произошла авария.

Существует несколько типов баз данных, содержащих различные объемы информации.

##### *Простые и усовершенствованные базы данных*

Простые базы данных являются малозатратными и легкодоступными. Их можно найти, используя персональный компьютер и программу Microsoft Access или подобное программное обеспечение, или даже при помощи программы составления крупномасштабных таблиц. Эти данные могут периодически обновляться, но, к сожалению, зачастую компании, составляющие базы данных, прекращают свое существование или перестают поддерживать базу данных, поэтому вполне обычна ситуация, когда базы данных не включают последние произошедшие аварии. Специальные технические журналы иногда публикуют информацию, относящуюся к таким базам данных.

Простые базы данных могут содержать информацию по большому количеству аварий, но в них не включена детальная информация по каждому конкретному случаю.

Обычно, в такие базы данных включена следующая информация:

- Дата и место аварии
- Область деятельности
- Используемые химические вещества
- Объем выброса/сброса
- Кол-во смертельных случаев и травм

Примечания (возможно несколько слов или одно предложение, например «взрыв хранилища химических веществ» или «утечка газа на заводе, производящем пестициды», как в случае описания аварии в Бхопале в одной из таких баз данных).

Базы данных такого типа содержат только список соответствующих аварий, подробной информации по каждой аварии в них нет, они могут быть полезны для ее поиска. Детальная

информация может быть получена либо в более усовершенствованных базах данных, либо через газеты и журналы, в которых может содержаться информация об интересующей аварии. Информация о дате и месте происшествия несомненно упростит этот поиск.

Всем, кто занимается обеспечением безопасности и предотвращением потерь на производстве будет полезно иметь файл или вести журнал учета, в которые заносилась бы вся необходимая информация из газет, Интернета, специализированных журналов и периодической печати. Отчетная информация должна содержать не только инциденты на химических производствах, но также данные о пожарах, природных катастрофах и авариях на транспорте. Описание систем управления и действенности мер безопасности на практике часто дают очень полезную и уместную информацию.

#### *Профессиональные базы данных*

Существует несколько профессиональных баз данных, которые регулярно обновляются. Все они могут обеспечить усовершенствованные виды поиска. За каждый осуществляемый поиск вносится определенная плата. Здесь мы обсудим три пробные базы данных. Большинство компаний, в которых имели место аварийные ситуации, пожелают оставаться неизвестными, поэтому их названия не упоминаются в отчетах.

#### - База данных MHIDAS

MHIDAS – это система сбора данных по крупным опасным происшествиям (Major Hazard Incident Data Acquisition System). Начало ее создания относится к середине 80-х годов. Она создана Директоратом по безопасности и надежности (Safety and Reliability Directorate (SRD)) Управления атомной энергетики Великобритании (UK Atomic Energy Authority (AEA)), который сейчас носит название «AEA Technology».

Управление по охране труда (The Health and Safety Executive HSE), при правительстве Великобритании, занимающееся вопросами промышленной безопасности, утвердило MHIDAS, в качестве своей официальной базы данных, несмотря на то, что она до сих пор находится в ведении «AEA Technology».

В MHIDAS содержится информация по более чем 10000 аварий, которые происходили с 1964 года. В основном все эти аварии имели место в США и Великобритании, однако поступает информация и из других стран.

Большинство аварий связаны с транспортировкой, использованием в технологическом процессе или хранением опасных химических веществ.

Все аварии, регистрируемые в MHIDAS, оказывали воздействие на объекты вне промзоны (т.е. негативное влияние на людей, собственность и окружающую среду вне территории предприятия), либо потенциально могли оказать такое воздействие.

Отчеты об аварийных ситуациях, содержащиеся в MHIDAS, составлены квалифицированными специалистами в области промышленной безопасности. Иногда также

включается информация из газетных публикаций. Как правило, отчет составляется по прошествии одного года после аварии. Это позволяет завершить все исследования, подытожить выводы и окончательно оценить последствия.

- База данных FACTS

Эта база данных была составлена научно-исследовательской организацией TNO при правительстве Нидерландов.

База данных FACTS содержит информацию по 20000 авариям, что в два раза больше, чем в MHIDAS.

Некоторые данные в FACTS поступают из газетных публикаций об авариях, содержатся также и более подробные данные, взятые из правительственных докладов, а также статей в газетах и журналах. Много информации заносится не экспертами в области безопасности, а секретарями.

База данных FACTS содержит следующую информацию, которую можно разделить на три раздела:

- Списки аварий, составленные в соответствии с предметом поиска
- Краткий обзор конкретной аварии
- Расширенное описание конкретной аварии
- База данных по аварийным ситуациям

Это относительно новая база данных, содержащая около 8000 подробных отчетов по авариям и предаварийным ситуациям, составленных Институтом инженеров химиков Великобритании, организацией соблюдающей профессиональные интересы инженеров-химиков.

Описание 3000 аварий было взято из внутренних отчетов одной крупной компании (British Petroleum / BP Chemicals), которые составлялись в течение многих лет и подарены Институту инженеров химиков на условиях использования содержащихся в них информации в целях обеспечения безопасности производственной деятельности. Информация, содержащаяся в этой базе не доступна из других источников.

Отчеты об авариях написаны квалифицированными специалистами и большинство отчетов содержат раздел «Уроки аварий». Поиск необходимой информации значительно легче, по сравнению с другими базами данных.

Полная версия «Базы данных по аварийным ситуациям» может быть приобретена на компакт-диске и позволяет многократно получать любую имеющуюся информацию в полном объеме. Также можно обратиться в Институт инженеров химиков и получить информацию за определенную плату.

- Национальный комитет по вопросам безопасности транспорта

Национальный комитет по вопросам безопасности транспорта (The National Transportation Safety Board – NTSB) является структурным подразделением правительства США. Комитет

занимается регистрацией отчетов по авариям и катастрофам и публикует выдержки из данных документов в Интернете. Также, существует возможность получения некоторых отчетов через Интернет или бесплатного заказа доставки полной версии отчетов.

Все аварии, регистрируемые NTSB, имеют отношение к транспортной инфраструктуре. Это трубопроводы, дороги, железнодорожные перевозки опасных продуктов.

Данная база данных не является поисковой, и для того, чтобы найти необходимую информацию, нужно знать некоторые детали происшествия или аварии.

- Бюллетень о мероприятиях по предотвращению потерь

Этот бюллетень - не база данных, а специализированный журнал, в котором публикуются отчеты об авариях и предаварийных ситуациях, а также статьи по обеспечению безопасности промышленного производства. Журнал издается Институтом инженеров химиков (см. раздел База данных по аварийным ситуациям данного текста). Редакцией приветствуются статьи и иная информация, поступающая от предприятий, на которых происходили аварии или возникали предаварийные ситуации. Статьи написаны профессионалами и содержат глубокое изучение самих аварий и причин их вызвавших.

На дискете, предоставленной Институтом инженеров-химиков, описываются 100 наиболее значимых аварий.

Остальную информацию по авариям и катастрофам можно почерпнуть из книг Тревора Клетза (Trevor Kletz) и трехтомника профессора Лиса (F.P.Lees) «Мероприятия по предотвращению потерь в обрабатывающей промышленности» (Loss Prevention in the Process Industries). Естественно, вышеописанные труды не содержат данных по последним авариям.

- MARS

Система отчетности по крупным авариям (Major Accidents Reporting System – MARS) функционирует под эгидой Европейской Комиссии в Объединенном исследовательском центре в Испре (Италия).

Официальные власти стран-членов ЕС обязаны предоставлять в MARS отчеты по крупным авариям. В свою очередь, Еврокомиссия обязана вести своего рода «книгу учета», как важный элемент предотвращения серьезных аварий в будущем.

База данных доступна через Интернет в режиме on-line. Нажимая на кнопку с номером инцидента можно открыть отчет о данном происшествии. Некоторые из этих отчетов достаточно детальные, в других содержится краткая информация.

Отчеты также публикуются в ежегоднике, выпускаемом Объединенным исследовательским центром в Испре.

Все аварии анализируются экспертами, и приводится описание прямых и сопутствующих причин аварии.

## **19.2. Предаварийные ситуации. Базы данных и предаварийные ситуации. Простые методы определения опасностей HAZID. Анализ “что произойдет, если”. Карты контроля безопасности.**

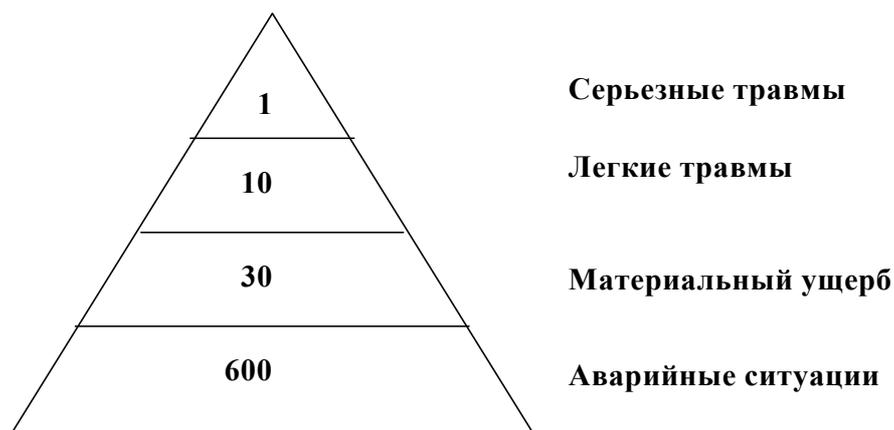
### **Предаварийные ситуации**

Аварийные ситуации – это происшествия или события, происходящие на предприятии, в результате которых могла бы произойти серьезная авария, но не произошла по той или иной причине.

Крупная авария происходит при наступлении множества неблагоприятных обстоятельств в одно и то же время. Если одно или более из этих обстоятельств не осуществляются, создается предаварийная ситуация.

На среднестатистическом предприятии предаварийные ситуации случаются каждую неделю.

Опыт показывает, что количество предаварийных ситуаций на каком-либо предприятии тесно связано с числом крупных аварий, незначительных аварий и аварий, при которых происходит порча имущества. Для наглядного представления этих взаимосвязей используется следующая пирамида аварий:



Используя эту пирамиду можно сказать, что если на предприятии возникает 1 предаварийная ситуация в неделю, можно ожидать одну крупную аварию каждые 12 лет.

Цифры немного изменяются, в зависимости от проведенных исследований и типа рассматриваемых предприятий, но сам принцип довольно прост для понимания и легок в употреблении.

Установлено, что основная причина большинства аварий – неудовлетворительное функционирование системы управления безопасностью. В соответствии с требованиями новой Директивы Seveso II, операторы на предприятиях обязаны описывать и документально оформлять существующую систему управления безопасностью.

Важнейшим элементом любой системы управления безопасностью являются отчетность и широкая публикация данных о предаварийных ситуациях. Предаварийная ситуация дает уникальную возможность руководству предприятия извлекать уроки аварии, которая могла бы произойти, но к счастью не произошла. Факторы, повлиявшие на возникновение предаварийной ситуации, могут быть приняты во внимание, и вероятность возникновения настоящей аварии снижается.

Сокращение количества предаварийных ситуаций приведет к сокращению количества серьезных аварий и всеобщему улучшению характеристик безопасности.

При составлении отчетов по происшествиям на предприятии, необходимо предпринять следующие шаги:

1. Составить отчет по предаварийной ситуации
2. Изучить природу происшествия
3. Классифицировать происшествие
4. Если необходимо, представить производимые модификации или изменения технологического процесса
5. Если необходимо, представить изменения в системе управления безопасностью
6. Опубликовать информацию о происшествии внутри компании
7. Опубликовать информацию о происшествии за пределами компании (в зависимости от степени конфиденциальности).

#### *Простые методы определения опасностей (HAZID)*

Целью данного раздела являются:

- обеспечение понимания цели предварительного определения угроз (опасностей);
- обзор методов, которые могут быть использованы для предварительного определения опасностей.

В процессе оценки риска анализ опасностей выполняет роль базы, на которой основываются многие элементы системы управления безопасностью и управления при чрезвычайных ситуациях. В целом, анализ опасностей должен документально зафиксировать существующие угрозы безопасности, относительную вероятность крупных аварий и их возможных последствий. В соответствии с Директивой Seveso II, опасность – это «неотъемлемое свойство опасного вещества или реальной ситуации, связанное со способностью нанести ущерб здоровью человека или окружающей среде».

Существует несколько способов анализа опасностей и оценки риска. Можно использовать либо качественный, либо количественный подход к ситуации, каждый из которых способен обеспечить правильное представление о безопасности ситуации, если применяется последовательно. Выбор метода зависит от конкретной ситуации или вида риска. В любом случае предпринимаемые усилия должны соответствовать степени возможного ущерба.

Как правило, анализ опасностей представляет собой последовательный процесс, цель которого - соблюдение в полной мере всех требований безопасности. Этот процесс состоит из следующих шагов:

Шаг А – Предварительное определение опасностей

Шаг В – Определение источников опасностей и оценка последствий крупных аварий

Шаг С – Меры предотвращения, контроля и смягчения последствий этих аварий

Основными проблемами определения опасностей являются полнота, содержательность и корректность анализа. Если определение опасностей проводится не в полной мере или непоследовательно, то, очевидно, соответствующие шаги для контроля выявленных опасностей, угроз не будут предприняты. При процедуре определения опасностей непоследовательной и неправильной (когда выявление опасности вызывает сомнение), время, усилия и деньги на анализ и контроль за этими опасностями тратятся напрасно и принятые решения могут на самом деле привести к менее безопасному функционированию объекта. Все эти проблемы решаются соответствующим выбором метода определения опасностей и их правильным применением.

В целом, удовлетворительный уровень определения опасностей может обеспечиваться сочетанием нескольких методик. Выбор определенного набора методик в значительной мере зависит от сложности и новизны производственных операций (технологических процессов). На некоторых объектах, не отличающихся новизной и сложностью с точки зрения способов хранения и переработки опасных материалов, может быть достаточно применение довольно простого подхода. В отношении предприятий, перерабатывающих значительные объемы опасных материалов, необходим более детальный анализ, с применением специальных методик..

Важным элементом каждого из вышеупомянутых шагов анализа опасностей является использование опыта, приобретенного в результате произошедших ранее аварий и аварийных ситуаций, возникших на данном предприятии или аналогичном предприятии где-либо в мире. Более детально этот аспект рассматривается в других документах.

В данном разделе описываются простые методы определения опасностей, такие как:

- Анализ «что произойдет если?»
- Карты (карточки) контроля безопасности
- Проверка концепций безопасности
- Предварительный анализ опасностей

Анализ «что произойдет, если?»

Данная методология широко применяется и может быть использована на всех стадиях цикла проекта, начиная с разработки его концепции.

Анализ «что произойдет, если?» – основан на методе «мозговой атаки», которая, тем не менее, в определенной степени структурирована. Группе опытных специалистов, знакомых с анализируемыми процессами, руководителем аналитической группы предлагается задавать

вопросы и ставить проблемы, связанные с рассматриваемой конструкцией (например, в химической промышленности, это вопросы о блокировках, утечках, коррозии, вибрации, частичных выходах из строя (неполадках), событиях вне предприятия).

Обычно вопросы начинаются со слов «что произойдет, если?». Например:

«Что произойдет, если при запуске в компрессоре окажется воздух?»

«Что произойдет, если в компрессоре высокая температура?»

«Что произойдет, при утечке охладителя?»

«Что произойдет, при утечке смазочных материалов?» и т.д.

Вопрос, однако, может быть поставлен в любой форме, независимо от того включает ли он фразу «что произойдет, если...».

Анализ, как правило, включает следующие шаги:

Постановка вопросов, которые возникают сами собой в отношении любой части системы.

Разделение вопросов по типам или по отношению к крупным производственным стадиям.

Постановка новых вопросов последовательно по мере прохождения каждой стадии.

Ответы на вопросы, один за другим, относящиеся к причинам, последствиям и мерам безопасности.

Определение действий там, где это приемлемо.

Основой анализа должны стать последние (самые новые) чертежи, процедуры, описания и т.п. технологического процесса и оборудования. Аналитическая группа должна включать специалистов по всем вопросам, имеющим отношение к делу, например, технологического процесса, оборудования по эксплуатации и ремонту. При данном типе анализа очень важна высокая компетентность членов группы, тогда как руководитель группы может быть менее опытным, чем, например, руководитель группы HAZOP.

Результаты анализа заносятся в таблицы, подобные приведенной ниже:

«Что произойдет, если»	Причины	Последствия	Меры безопасности	Действия

Метод в какой-то степени неструктурирован и вряд ли можно ожидать, что с его помощью можно выявить все проектные ошибки или их последствия. Однако, результат может быть значительно улучшен при использовании данного метода совместно с методом карт контроля безопасности. Некоторые из этих карт являются результатом подобной комбинации методов.

*Карты контроля безопасности (checklists)*

Анализ при помощи карт (карточек) контроля безопасности представляет собой систематический подход, основанный на использовании стандартов безопасности и опыта специалистов. Карта контроля безопасности состоит из ряда пунктов, которые подлежат проверке

по конкретным параметрам, например, использовании определенного производственного оборудования или веществ.

В частности, можно рассмотреть ситуацию с разгрузкой давления и вакуума: «Рассчитана ли разгрузочная система на двухфазовый поток, и должна ли быть рассчитана?»

Берется список вероятных опасностей и рассматривается каждый его пункт, с точки зрения применимости к рассматриваемой системе.

Метод карты контроля безопасности – это метод сравнения, которое может быть получено либо на основе опыта как такового (включая сопоставление с нормами и правилами) либо, для определенного типа предприятия, на основе использования фундаментальных методик, без повторения всего процесса исследования, когда приходится рассматривать схожий проект.

Карты контроля безопасности по своей сути являются наиболее простым и эмпирическим средством использования уже имеющегося опыта при проектировании объектов или в ситуациях, когда необходимо удостовериться в том, что учтены все вопросы, указанные в списке.

Карты контроля безопасности являются основным методом определения опасностей. Они могут относиться к свойствам материалов или, например, только к оборудованию.

Карта контроля безопасности также служит предметным указателем по тем вопросам, которые требуют внимания на каждой стадии жизненного цикла оборудования и сооружения. Они наиболее эффективны для постановки проблем и открытых вопросов, чем для вопросов требующих ответа в виде «Да/Нет».

Карты контроля безопасности применимы как для систем управления в целом, так и проектирования, включая все его стадии. Очевидно, последовательность использования карты предполагает начало со стадии проекта, включающей составление контрольных таблиц свойств основных материалов и характеристик процессов, продолжение - в виде составления аналогичных таблиц подробной конструкции объекта, и завершение - в виде карт контроля безопасности производственного процесса. Справочный материал для различных видов карт контроля безопасности представлен в разделе 6.

Примеры технологических карт также можно найти в соответствующей литературе, например (CCPS 1992) или (Lees 1996).

#### Проверки концепции безопасности проекта

Данный метод применяется только при первичных проверках.

Он используется в химической промышленности на самой ранней стадии проектирования завода – до составления технологических карт. При помощи этого метода анализируются различные варианты и рассматриваются общие организационные вопросы. Осуществляется сбор общей информации об инцидентах, произошедших ранее как внутри, так и вне организации, об опасных свойствах химических веществ либо планируемых к использованию, либо их заменителей. Аналитической группой рассматриваются задачи проекта, возможные стадии

производственного цикла, химические вещества, которые могут быть использованы на каждой стадии цикла, а также состав образующихся при этом сточных вод.

Целью проверки является оценка возможных опасностей, возникающих в процессе производства, предпочтительности использования того или иного химического процесса с точки зрения его опасности и конкретных законодательных актов, регулирующих деятельность рассматриваемого предприятия. Именно в этот момент необходимо установить степень глубины и сроки всех последующих проверок безопасности. Проверка концепции проекта должна обеспечить проектировщикам обоснование необходимости и конкретном совершенствовании проекта и гарантировать, что эти улучшения будут реализованы уже на стадии проектирования.

Это полезная методика, стимулирующая внутренне присущую объектам безопасность, объектом которой является концепция проекта. Присущие веществам опасные свойства рассматриваются с точки зрения защиты здоровья и жизни персонала предприятия, воздействия на население и окружающую среду. Внутренне присущая объектам безопасность достигается путем рассмотрения сначала возможности замены данного вещества более безопасным, а затем возможности сокращения запасов применяемых веществ.

#### *Предварительный анализ опасностей*

Предварительное выявление опасностей должно устанавливать степень опасности каждого проблемного участка предприятия, например, хранилища химической продукции, погрузочно-разгрузочных площадок и т.д. Участки характеризуются определенным количеством и свойствами опасных веществ и/или производственных процессов, используемых на этих участках, позволяя, таким образом, определить зоны объекта, которые нуждаются в более детальном проведении анализа опасностей. Предварительное выявление опасностей может быть осуществлено путем различных методов проверки безопасности. Его можно отнести к экономически эффективным методам определения опасностей на ранней стадии планирования деятельности предприятия, когда детали проекта и производственных процессов недостаточно ясны.

Результатом предварительного выявления опасностей является список опасностей и наиболее характерных опасных ситуаций, который составляется при рассмотрении следующих производственных характеристик:

- Сырье, полуфабрикаты и конечная продукция и их химическая реактивная способность
- Оборудование предприятия
- Планировка сооружений
- Производственная среда
- Производственная деятельность (тестирование, эксплуатация и т.д.)
- Взаимодействие между компонентами системы.

Один или более аналитиков дает оценку степени (уровня) производственных опасностей и в соответствии с этим критерием ранжирует их, каждую конкретную ситуацию. Это ранжирование используется для установления приоритетов рекомендаций по повышению уровня безопасности и определения потребностей в более детальном анализе.

*Примеры карт контроля безопасности*

«Что произойдет, если» – карта, основанная на данных по хранению, обращению с материалами, производственному оборудованию, защите персонала, приборам контроля и противоаварийным установкам

Метод «что произойдет, если»:

Хранилище сырья, полуфабрикатов и готовой продукции	
Резервуары-хранилища	Проектная сепарация, инерционность, строительные материалы
Накопители	Производительность, дренаж
Аварийные клапаны	Дистанционный контроль за опасными материалами
Инспекторские осмотры	Разрядники, предохранители
Технологический процесс	Предотвращение загрязнения, анализ
Спецификации	Химические, физические качества, устойчивость
Ограничения	Температура, время, количество
Обращение с материалами	
Насосы	Эжекторные, реверсионные, определение конструкционных материалов
Проемы, коридоры, трубопроводы	Противопожарные, взрывобезопасные, вспомогательные
Конвейеры, дробилки	Стопорные устройства, инерционные, предохранительные
Технологический процесс	Разливы, утечки, обезвреживание
Распределительные устройства, кабели	Мощность, перекрестные соединения, нормативы, конструкционные материалы
Производственное оборудование, сооружения и процессы	
Технологический процесс	Запуск, нормальный режим, отключение, аварии
Соответствие нормам и правилам	Аудиты рабочих мест, вопросы экономии (времени, сырья и т.д.), предложения и указания
Потери на коммуникациях	Электричество, отопление, воздух для охлаждения, смесители
Контейнеры, резервуары	Конструкция, материалы, нормативы, доступ, конструкционные материалы

Идентификация	Контейнеры и резервуары, трубопроводы, переключатели, задвижки и клапаны
Предохранительные устройства	Реакторы, коммутаторы, стеклоизделия
Обзор несчастных случаев (инцидентов)	Предприятие, компания, отрасль
Осмотр, тестирование	Контейнеры и резервуары, предохранительные устройства, коррозия
Опасности	Возгорания, пожары, выход реактора из-под контроля
Электроэнергия	Классификация производственных площадей, соответствие требованиям и правилам очистки (соединений)
Технологический процесс	Описание, контрольные предписания
Производственные режимы	Температура, давление, потоки, коэффициенты, концентрации, плотность, уровни, время, последовательность
Источники возгорания	Перекиси, ацетилены, трение, засоры, компрессоры, статическое электричество, клапаны, нагреватели
Соответствие требованиям безопасности	Теплоносители, горюче-смазочные материалы, поливочно-мочные и упаковочные устройства
Условия (пределы) безопасности	Охлаждение, загрязнение
Защита персонала	
Защита	Ограждения, персонал, душевые, аварийные выходы
Вентиляция	Общая, местная, воздухозаборы, режим
Воздействие внешней среды	Прочие (непроизводственные) процессы, общественная среда
Сооружения инфраструктуры	Изоляция: воздух, вода, инертные газы, пар
Руководство по определению опасностей	Токсичность, воспламеняемость, активность, коррозия, симптомы недомогания, первая медицинская помощь
Окружающая среда	Отбор проб, испарения, пыль, шум,

	радиация
Механизмы управления и приборы аварийной защиты	
Механизмы управления	Режимы, надежность (дублирование), аварийная защита
Калибровка, проверка	Частота, соответствие
Извещатели, сирены	Соответствие, ограничения, пожар, дым
Прерыватели, блокираторы	Тестирование, байпасы
Предохранительные устройства	Соответствие, размер вентиляционного отверстия, сбросы, дренаж, вспомогательные устройства
Аварийные мероприятия	Захоронение, затопление, замедление реакции, разбавление
Изоляция (локализация) процесса	Перемычки, огнеупорные задвижки, очистка
Приборы	Качество воздуха, время срабатывания защиты, перезаход, конструкционные материалы
Удаление отходов	
Люки	Ловушки пламени, реакции, подверженность воздействию, твердые вещества
Вентиляционные отверстия	Сбросы, рассеяние, радиация, туман
Характеристики	Илы, осадки, загрязняющие материалы
Оборудование по отбору проб	
Точки отбора проб	Доступность, вентиляция, система клапанов и задвижек
Технологический процесс	Отбор проб, очистка
Пробы	Контейнеры, хранилища, удаление
Анализ	Процедуры, регистрация, обратная связь
Ремонт и обслуживание оборудования	
Обезвреживание	Растворы, оборудование, процесс

Отверстия резервуаров	Размер, доступ, препятствие к доступу
Технологический процесс	Доступ к резервуарам, сварка, вывод из эксплуатации
Противопожарная защита	
Противопожарные сооружения	Области возможного распространения огня, потребности в воде, распределительные системы, спринклеры, дренчеры, мониторы, инспекции, тестирование, технологический процесс, соответствие.
Огнетушители	Тип, месторасположение, обучение пользователю
Брандмауэры	Соответствие, состояние, двери, коридоры
Дренаж	Уклон, скорость дренирования
Действия в аварийных ситуациях	Пожарные расчеты, укомплектованность, учебное оборудование

#### Карта контроля безопасности конкретного оборудования (компрессор)

- Что произойдет, если в компрессоре высокая температура?
- Что произойдет при потере охладителя?
- Что произойдет, если рециркуляция вокруг компрессора избыточна?
- Что произойдет при утечке смазочного материала?
- Что произойдет при поломке задвижки клапана?
- Что произойдет, если поток в компрессоре недостаточен?
- Что произойдет при избыточной степени сжатия?
- Что произойдет, если повысится температура подачи?
- Что произойдет, если в компрессоре возникнет локальное возгорание?
- Что произойдет, если в систему подачи проникает жидкость?
- Что произойдет, если в установку попадут твердые частицы или загрязняющие материалы?
- Что произойдет при попадании воздуха при нарушении герметичности или ремонте?
- Что произойдет при чрезмерном увеличении скорости или обратном вращении?
- Что произойдет, если не откроется всасывающий клапан?
- Что произойдет при избыточном рециркуляционном потоке?
- Что произойдет, если заблокирован сброс?

- Что произойдет при избыточном давлении в компрессоре?
- Что произойдет, если обратное давление слишком велико?
- Что произойдет при увеличении подающего напора?
- Что произойдет, если потребность в отходящем потоке отсутствует?
- Что произойдет, если давление не удастся контролировать?
- Что произойдет, если всасывающий клапан закрыт?
- Что произойдет, если подающий напор понижен или линия подачи неисправна?
- Что произойдет в случае пониженного давления вследствие замедления скорости?
- Что произойдет при остановке компрессора или ухудшении его эксплуатационных качеств?
- Что произойдет при механических неполадках в компрессоре?
- Что произойдет при поломке сцепления ведущего шкива?
- Что произойдет, если вибрация ослабит сцепление?
- Что произойдет при износе конструкционного материала или изоляции?
- Что произойдет, если изоляция при проведении текущего ремонта не отвечает существующим требованиям?
- Что произойдет, если не будут соблюдены процедуры запуска и текущего ремонта?
- Что произойдет, если не сработает система управления?
- Что произойдет, если не сработает система аварийной защиты?
- Что произойдет, если система сброса не справится с избыточным давлением?
- Что произойдет, если предохранительный клапан не открывается?
- Что произойдет, если предохранительный клапан не закрывается?
- Что произойдет, если поток через трубу сброса давления недостаточен?
- Что произойдет при ухудшении качества обслуживания?
- Что произойдет, если компрессор подвергнется внешнему воздействию?
- Что произойдет при резком понижении температуры воздуха или другой экстремальной ситуации в окружающей среде?

## **Лекция 20. Методы выявления уязвимости HAZOP.**

### **20.1. Цели HAZOP Область применения. Последовательность проведения HAZOP.**

HAZOP – это сокращение английских слов “HAZard” и “OPerability”, что в переводе означает дословно «угроза (опасность)» и «работоспособность (оборудования и технологий)». Методология исследований HAZOP была разработана в 60-х годах Имперским химическим трестом (ICI – Imperial Chemical Industries) в Великобритании.

Исследования HAZOP – это системный подход, дающий возможность изучить производственное оборудование и выяснить следующее:

- может ли оборудование оказаться в неисправном состоянии или использоваться неправильно, явившись тем самым причиной возникновения отклонений параметров процесса
- могут ли эти отклонения приводить к нежелательным последствиям.

В случае возникновения отклонений, по причине которых произошли нежелательные последствия:

могут ли быть определены соответствующие меры безопасности

Окончательная оценка должна заключаться в том

приемлемы ли используемые методы и оборудование или необходимо внести соответствующие изменения

Когда?

Исследования HAZOP могут быть успешными и достичь цели, если они проводятся на следующих стадиях производственного процесса:

- Выбор концепции проектирования
- Проверка деталей проекта
- Оценка надежности существующего завода
- Изменения в технологическом процессе завода

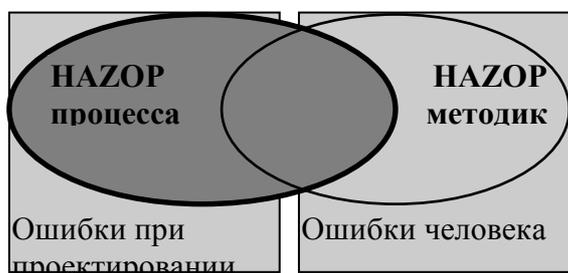
Что?

При возникновении необходимости проведения исследований HAZOP, существует возможность выбора из двух подходов - исследования HAZOP производственного оборудования или исследования HAZOP производственных процессов.

Если принято решение изучить оборудование и его функционирование, основой исследований должны стать схемы и чертежи производственного процесса. Выявленные отклонения и их последствия будут указывать на области, где были допущены ошибки при проектировании или технические неисправности на каком-либо участке.

Если исследования проводятся в части использования обслуживающим персоналом, их основой проведения этих исследований должны стать производственные действия. Исследования в данной области позволят выявить возможность возникновения неправильных действий при осуществлении каких-либо технологических процессов.

Рисунок J.1 HAZOP технологического процесса и технологических действий



В настоящих лекциях будет главным образом обсуждаться HAZOP производственного процесса и оборудования, т.е. анализ диаграмм P&ID (Process and Instrumentation Diagrams) – распределения ресурсов и оборудования по процессу производства.

#### *Метод HAZOP*

При изучении каждого параметра производственного процесса, в методе HAZOP предпринимаются четыре важных шага:

Оцениваются различные отклонения в производственном процессе, и возможные последствия этих отклонений

При выявлении нежелательных последствий, провести изучение причин отклонений, приводящих к этим нежелательным последствиям

Ознакомление с мероприятиями по обеспечению безопасности на заводе и их целесообразности и эффективности при предотвращении или смягчении последствий аварий и катастроф

Оценка проектировки завода для определения, приемлем ли он непосредственно сейчас или необходимо проводить дальнейшие исследования, проверять оборудование, устанавливать дополнительное или производить изменения существующего регламента технологического процесса.

#### *Исследования HAZOP*

Исследования HAZOP – это системный анализ предприятия по методу HAZOP. В течение исследования обсуждаются все возможные отклонения, выявленные на каждом участке предприятия.

#### *Группа HAZOP*

Исследования HAZOP проводятся группой, состоящей из 5-10 человек. В состав HAZOP группы входят представители проектных, производственных, эксплуатационных структур и организаций, занимающихся вопросами безопасности в промышленности.

#### *Совещания группы HAZOP*

На совещаниях группы HAZOP выполняются исследования HAZOP. Исследования HAZOP требуют некоторых затрат времени. При изучении одного чертежа установки, анализ одной диаграммы P&ID распределения ресурсов и оборудования по процессу производства может занять один рабочий день. Необходимо добавить еще и дополнительное время для проведения дальнейших изучений или действий, инициированных HAZOP.

Для того чтобы работа группы HAZOP располагала хорошим рабочим базисом, является существенным обеспечить ее правильным и подробным описанием производства.

### *Действия*

На совещаниях HAZOP, могут подниматься вопросы, на которые участники не могут ответить незамедлительно. Для ответа, возможно, потребуется проведение дополнительного исследования или будет выявлена ошибка в диаграмме P&ID. Дальнейшие исследования и исправления очевидных ошибок можно назвать «действиями», которые проводятся уже вне совещания.

Исследования HAZOP проводятся под руководством председателя или руководителя группы. Основными задачами руководителя группы HAZOP являются:

- Планирование совещаний HAZOP
- Проведение совещаний HAZOP
- Составление отчетов о результатах исследования HAZOP
- Назначение ответственных за осуществление предложенных мероприятий

Очень важно вести точные протоколы всех совещаний HAZOP. Результаты, таким образом, документально оформляются в специальных бланках, называемых протокол–отчетами HAZOP.

Руководитель группы HAZOP может назначать секретаря, в чьи обязанности будет входить заполнение протокола совещания HAZOP. В некоторых случаях руководитель HAZOP может сам выполнять функции секретаря.

### *Что важно помнить*

Важно понимать, что в ходе исследований HAZOP невозможно выявить все имеющиеся отклонения и ошибки, которые могут послужить причиной возникновения аварийной ситуации на предприятии. Результат исследований будет зависеть от профессионализма и способности участников совещания представлять потенциальные отклонения.

На протяжении проведения исследований HAZOP все четыре шага повторяются для каждого выявленного отклонения производственных параметров и для всех участков завода.

Это дает гарантию того, что рассмотрению подвергаются все участки производства, а также все возможные отклонения. Такой системный подход является важной чертой исследований HAZOP.

Текст, приведенный ниже, содержит описание деления завода на легко контролируемые участки, а также руководство по порядку проведения исследований HAZOP. Если на различных участках производства используется одинаковое оборудование, то это позволяет сэкономить время, т.к. проводится рассмотрение только данного вида оборудования.

Приводится описание процесса проведения исследования HAZOP, с тем, чтобы были затронуты все возможные отклонения.

Если строго придерживаться всех правил проведения анализа по методу HAZOP, исследования могут вылиться в долгий и утомительный процесс. Это скажется на качестве исследований, поскольку участники будут вынуждены давать одни и те же ответы на немного различающиеся вопросы, не приобретая новых знаний о предмете обсуждения или без выявления новых последствий.

В начале рабочего процесса, важно установить общее понимание, какого вида последствия планирует выявить группа HAZOP в своих исследованиях.

Дискуссии на совещаниях группы HAZOP записываются в протоколы-отчеты HAZOP. Пример такой таблицы приведен в конце данного раздела.

## **20.2. Структуризация объекта в HAZOP.**

Диаграмма P&ID распределения ресурсов и оборудования по процессу производства может служить основой при делении завода на участки. Также следует принимать во внимание следующие факторы

- Задачи и функции участка
- Перечень технологического оборудования на участке
- Используемые вещества
- Число фаз производства
- Виды последствий, выделенные для рассмотрения (см. раздел «Выбор типа последствий»)

Если целью исследования HAZOP является выявление возможных аварий, которые могут нанести ущерб вне территории предприятия, завод, как правило, делится на более крупные участки, по сравнению с ситуацией, когда рассматриваются нежелательные последствия внутри предприятия.

Существует несколько основных правил разделения производства на участки:

Любой основной компонент технологического процесса должен составлять один участок

Для каждого входа и выхода между основными компонентами технологического процесса, необходимо создать новый участок

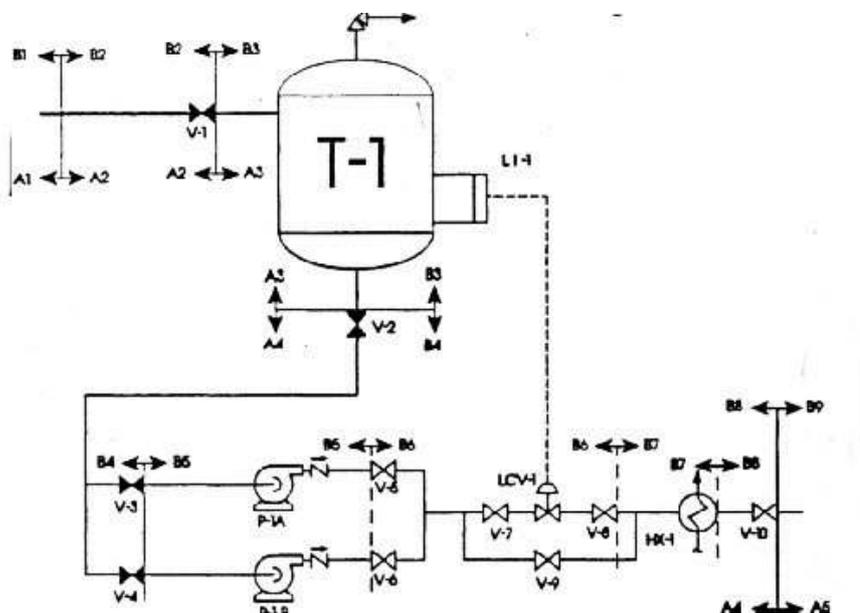
Дополнительные участки должны быть предусмотрены для каждого ответвления производственной линии

Основными компонентами технологического процесса могут быть реакторы, колонны, технологические емкости, контейнеры, насосы, компрессоры, фильтры, теплообменники и т.д.

Опытный руководитель HAZOP может сократить количество участков, с тем, чтобы избежать повторного анализа одних и тех же проблем. Например, насосы, обогреватели и теплообменники могут быть включены в один участок с трубами, подключенными к оборудованию.

Пример разделения на участки, с соблюдением основных правил (1) и правил для опытного руководителя HAZOP (2) представлен на рисунке 2.

Рисунок J.2. Пример разделения производства на участки. Участки, используемые опытным руководителем HAZOP, обозначены буквой «В». «А» относится к участкам, проработанным согласно основным правилам



Участки осматриваются согласно последовательности технологических операций. Главный технологический маршрут исследуется в первую очередь.

В процессе исследований при переходе от одного участка к другому, необходимо постоянно помнить о возможных воздействиях отклонений, выявленных в начале и в конце технологического процесса.

Каждый участок характеризуется параметром процесса и набором ключевых слов.

Параметры процесса включают в себя давление, температуру, концентрацию и т.д. Каждый параметр процесса может иметь отклонения от заданных позиций. Отклонения определяются ключевыми словами. Если ключевое слово «высокий» применяется к параметру «температура», отклонению может быть дана характеристика «высокая температура»:

Параметр процесса + Ключевое слово = Отклонение

«Высокая температура» - это не точное определение, оно означает, что существующая температура выше температуры, заданной при проектировании завода. Когда исследования HAZOP проводятся с целью изучения осложнений в технологическом функционировании, можно также рассмотреть отклонения от нормального эксплуатационного режима.

В таблице 1 представлены комбинации некоторых наиболее часто встречаемых производственных параметров и ключевых слов

Таблица J.1. Параметры процесса, ключевые слова, отклонения

Параметры процесса	Ключевые слова						
	Нет	Низкий	Высокий	Часть	Дополнительно	Другой	Обратное
Подача/расход	Нет подачи	Низкая подача	Высокая подача	Недостающий ингредиент	Включен	Ошибочный выбор вещества	Противоток
Уровень	Пусто	Низкий уровень	Высокий уровень	Низкий поверхностный уровень	Высокий поверхностный уровень	-	-
Давление	Атмосферное давление	Низкое давление	Высокое давление	-	-	-	Вакуум
Температура	-	Низкая температура Замораживание	Высокая температура	-	-	-	Самоохлаждение
Перемешивание	Нет перемешивания	Недостаточное перемешивание	Интенсивное перемешивание	Нестабильное перемешивание	Образование пены	-	Разделение фаз
Реакция	Нет реакции	Медленная реакция	Бурная реакция	Незавешенная реакция	Побочная реакция	Ошибочная реакция	Разложение
Другое	Ухудшение состояния	Незначительный выброс/сброс	Разрыв	-	-	Техобслуживание при запуске,	-

	сооруже ний					отключе нии	
--	----------------	--	--	--	--	----------------	--

Здесь представлен не полный перечень отклонений. Также могут быть рассмотрены такие параметры процесса как концентрация, рН, вязкость и т.д.

Ключевые слова могут употребляться в самом широком значении, например, ключевые слова «низкий (-ая, -ое)» или «высокий (-ая, -ое)» означают краткий или длительный при употреблении с ключевым словом, обозначающим время.

Данные, приведенные в таблице 1 показывают, что существует большое количество отклонений. В данном случае очень важно, что руководитель HAZOP имеет возможность выбора необходимых параметров процесса и ключевых слов.

Руководитель HAZOP решает, какие ключевые слова использовать в процессе исследований. Важно, однако, что руководитель HAZOP должен принимать во внимание предложения членов группы. Необходимо отметить, что таблицы 1 и 2 могут быть использованы в качестве вспомогательных материалов и никоим образом не заменяют соображения здравого смысла.

Таблица .

#### Примеры приемлемых параметров процесса

Параметр процесса	Тип секции					
	Реактор	Резервуа р	Колонна	Труба	Насос	Печь
Подача/расход	х			х	х	х
Уровень	х	х	х			
Давление	х	х	х	х		х
Температура	х	х	х	х	х	х
Перемешивание	х	х				
Реакция	х					
Концентрация	х	х	х	х		
Воспламенение	х	х				х
Разрыв/утечка	х	х	х	х	х	х

Перед началом проведения исследований HAZOP, необходимо решить на какие типы последствий будет обращать внимание. Если этого не сделать, совещания HAZOP могут продлиться дольше ожидаемого.

Можно выделить следующие типы последствий:

- Пострадавшие вне зоны предприятия

- Пострадавшие сотрудники предприятия
- Неправильные отключения
- Последствия для окружающей среды
- Материальный ущерб
- Уменьшение производительности
- Воздействие на близлежащие и партнерские предприятия

Под нежелательными последствиями организация может понимать следующие:

- Один или более смертельных исходов среди персонала
- Пять или более травмированных сотрудников
- Один или более пострадавших вне предприятия
- Эвакуация персонала за пределы завода
- Потеря более 100.000 рублей
- Загрязнение продукции
- Материальный ущерб, причиняемый близлежащим заводам

Если целью исследований HAZOP является выявление потенциальных срывов технологического процесса, включая неопасные происшествия, исследования HAZOP могут оказаться занимающими много времени.

В случае если четко определены нежелательные подлежащие изучению последствия, и не выходят из сферы внимания в течение всего совещания, время на проведение совещаний оптимизируется.

#### Протоколы - отчеты HAZOP

Протоколы - отчеты HAZOP являются кратким описанием исследований HAZOP. В них отражаются предметы обсуждения, результаты и выводы обсуждения и принятые рекомендации.

Пример части протокола - отчета HAZOP представлен далее.

Протоколы - отчеты HAZOP заполняются в ходе совещаний по HAZOP. Это позволяет вести непрерывную запись исследовательского процесса и дает гарантию, что в обсуждение будут включены все необходимые параметры процесса.

Возможны разные подходы к конспектированию исследований HAZOP. Чем больше деталей заносится в протоколы - отчеты HAZOP, тем проще в дальнейшем будет отслеживать результаты HAZOP. Если в протоколах содержится мало записей, понять их будет, вероятно, трудно уже через несколько дней после проведения исследования.

Если не было выявлено никаких последствий по какому-либо отклонению, это должно быть зафиксировано на полях протокола HAZOP значком «Н.Е.» – «Не выявлены». Так поступать лучше, чем просто пропускать место объекта в протоколе, так как это показывает, что данное отклонение обсуждалось на совещаниях HAZOP.

Как показано в протоколе - отчете HAZOP, каждый раздел можно пронумеровать, а каждому отклонению присвоить индекс. Это потребует дополнительного времени, но сделает проще использование перекрестных ссылок разных отклонений с одинаковыми последствиями и мерами по обеспечению безопасности. Рекомендации и действия также могут быть пронумерованы, чтобы облегчить их выполнения после исследований HAZOP.

Есть несколько различных компьютерных систем отчетности HAZOP. Эти программы, как правило, оперируют нумерацией записей в отчете HAZOP, основанной на информации по всем секциям. Преимуществом таких программ является то, что записи по HAZOP становятся доступны (почти) сразу после завершения исследования HAZOP. Пользование данными программами подразумевает наличие у пользователя определенных навыков как секретаря HAZOP. В случае отсутствия таковых, исследования могут занять больше времени, чем использование отчетов HAZOP без помощи компьютера.

## **Лекция 21. Методы выявления уязвимости HAZOP.**

### **21.1. Исследование HAZOP. Пример**

При проведении исследований HAZOP используется метод HAZOP

HAZOP содержит четыре важных шага:

1. Оценка последствий различных отклонений в производственном процессе от ожидаемых параметров
2. Если какие-либо из выявленных последствий классифицируются как «нежелательные», устанавливается причина отклонения
3. Определение и оценка существующей системы мероприятий по обеспечению безопасности
4. Оценка того, может ли производство в данном проектном состоянии считаться готовым или необходимо ли проводить дальнейшие исследования, или устанавливать оборудование или производить изменения существующего производственного процесса и процедур.

Вышеупомянутые шаги предпринимаются снова и снова при изучении каждого отклонения от заданных параметров процесса и для каждого участка производства. Это осуществляется с использованием ключевых слов для каждого параметра процесса.

#### **Пример**

Выбрана секция «Реактор №1». Выбранный параметр процесса – давление, ключевое слово – «высокий». Таким образом, отклонение обозначается как «высокое давление» в реакторе №1.

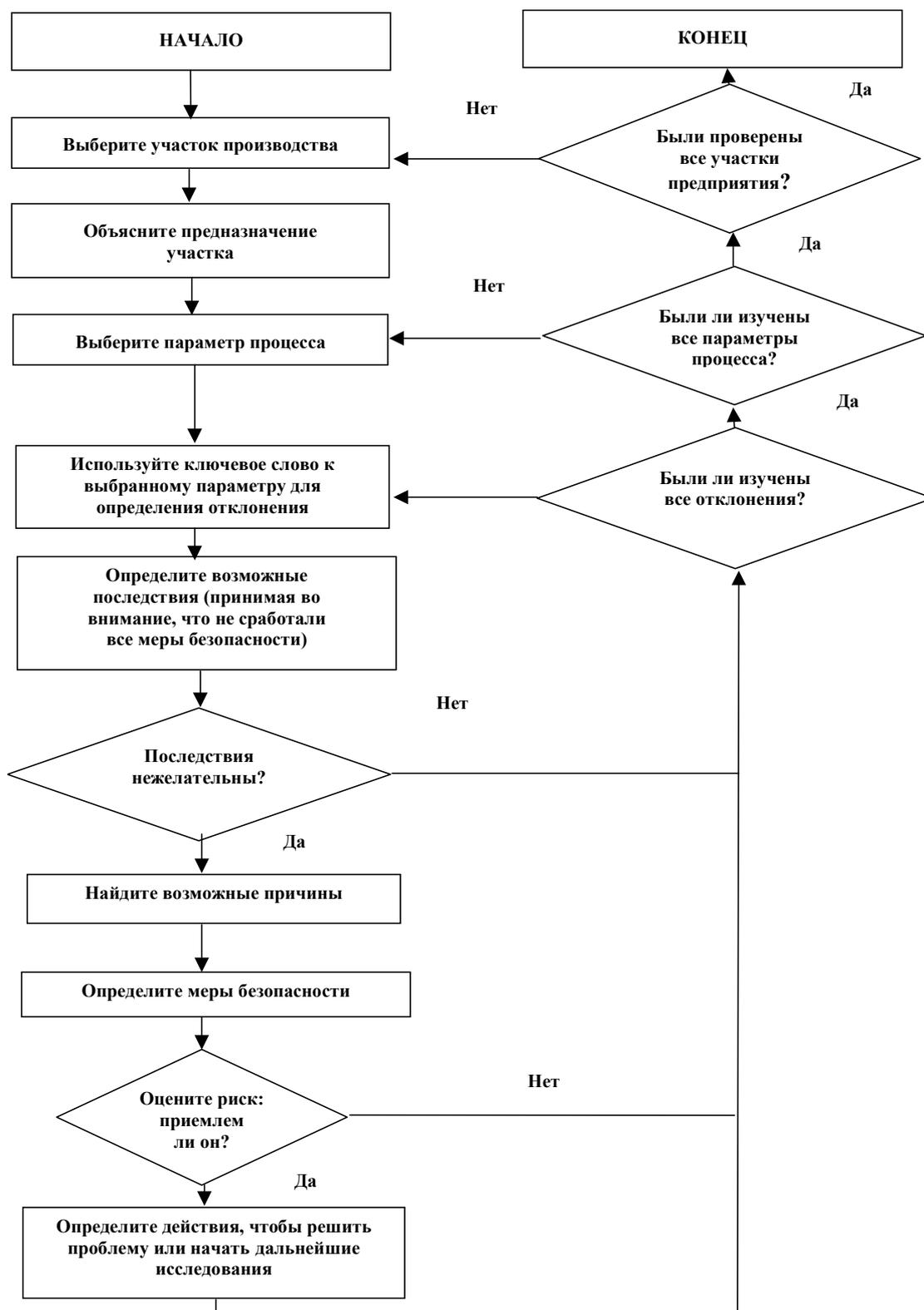
Группа HAZOP проводит оценку последствий высокого давления в реакторе. Последствие может быть сформулировано как «выброс токсичных газов вследствие разрыва реактора».

Если последствия отклонения признаны «нежелательными», группа HAZOP должна установить возможные причины отклонения. Причиной может быть «неправильно проводимая реакция или использование непригодных реагентов». Если группе HAZOP удастся правильно определить причины отклонения, она приступает к оценке существующей системы обеспечения безопасности. Эта система может подразумевать наличие какого-либо оборудования или методов, используемых на предприятии для предотвращения аварий, например двойной проверки спецификаций и подборки материалов. В систему обеспечения безопасности могут также входить оборудование или методы для смягчения последствий аварии (напр. предохранительные клапаны).

В зависимости от типа последствий, причин и системы безопасности, группа HAZOP должна рассмотреть насколько правильно решается определенная проблема. Если группа приходит к выводу, что проблема все еще существует, она может выдать «Рекомендации» или сформулировать «Действия». В «Рекомендациях» или «Действиях» описывается проблема, и предлагаются возможные варианты ее решения. Назначается ответственное лицо, которое будет обязано отслеживать выполнение рекомендаций и реализацию действий. Все решения группы HAZOP фиксируются секретарем в протоколе HAZOP.

Затем, руководитель группы HAZOP проводит членов группы по всему предприятию. Рабочий процесс проиллюстрирован на рисунке 3.

Рисунок 3. Схема исследовательского процесса HAZOP



Секция	Отклонение	Причина	Последствие	Меры безопасности	Действия/Рекомендации
1. Сепаратор	1.1 Высокий уровень	Неисправный уровень	Возможно переполнение сепаратора жидкостью, выше уровня газоотводной трубы. Это может вызвать противоток жидкости в компрессор.  Возможен прорыв компрессора.	2 На сепараторе установлены автономные сигнализаторы: один для определения высокого уровня и один для определения максимально высокого уровня	Наличие сигнальных приборов не подразумевает автоматических действий.  Необходимо найти лучшее решение проблемы. Например, установление барабана между сепаратором и компрессором и/или автоматическое отключение подачи в сепаратор в случае обнаружения максимально высокого уровня.
	1.2 Низкий уровень		Не выявлены		
	1.3 Высокое давление		(Резервуар не прорвется, поскольку давление не может превысить расчетное).		
	1.4 Низкое давление		Не выявлены		

2. Производств енная линия от сепаратора к компрессору	1.5				
---	-----	--	--	--	--

Как только определяется участок завода, подлежащий исследованию HAZOP, можно приступать к исследованиям.

В данном разделе содержится описание подготовительных мероприятий, предшествующих совещанию HAZOP, ответственность за выполнение которых возлагается на выбранного руководителя группы HAZOP.

Перед началом совещания HAZOP, необходимо осуществить следующие мероприятия:

- Назначение членов группы HAZOP
- Сбор базовой информации о заводе
- Руководитель группы проводит деление производства на участки, на основе диаграмм P&ID распределения ресурсов и оборудования по процессу производства
- Определение необходимого количества совещаний HAZOP
- Планирование совещаний HAZOP
- Подготовка чистых бланков протоколов–отчетов HAZOP

#### *Назначение членов группы HAZOP*

Группа HAZOP, как правило, состоит из 4-10 человек:

- Руководитель HAZOP
- Секретарь HAZOP
- Инженер-технолог
- Инженер-эксплуатационник
- Инженер по КИПиА
- Инженер по обслуживанию оборудования
- Представитель организации по здравоохранению и соблюдения техники безопасности
- Инженер, имеющий знания в области окружающей среды/биологии
- Инженер-химик
- Опытный оператор, работающий на исследуемом предприятии
- Оператор завода, не имеющий опыта работы
- Представители компании-разработчика, опытно-конструкторского бюро завода
- Другие люди, имеющие отношение к делу

Руководитель группы HAZOP должен уметь общаться со всеми вовлеченными сторонами и обеспечивать активное участие членов группы в работе совещаний. Он также должен по возможности быть независимым от руководства исследуемого завода. Эта независимость позволит руководителю группы быть критичным по отношению к предприятию и к идеям по совершенствованию процессов управления и производства. Члены группы HAZOP, которые

автоматически отклоняют обсуждение возможных проблем как нереалистичных или неправдоподобных, должны быть взяты на заметку руководителем группы HAZOP. Это может быть затруднительно, если руководитель HAZOP участвовал в проектировании завода или отвечал за процесс производства и управления на заводе.

Секретарь HAZOP должен хорошо разбираться в методологии HAZOP, понимать техническую терминологию, используемую на совещаниях. Также ему необходимо уметь хорошо печатать и подводить итоги дискуссии. Иногда, возникает необходимость выполнения руководителем HAZOP функций секретаря, но обычно лучше, когда эти функции выполняют два человека.

Другие участники – это разные люди, возможно специалисты извне, не обязательно имеющие опыт проведения исследований HAZOP. Опытный оператор завода хорошо знает завод, непосредственно посвящен в существующие проблемы, имевшие место аварии и предаварийные ситуации. У неопытного оператора могут возникнуть идеи, касающиеся, возможной неправильной работы завода и, возможно, он будет более открыт для обсуждения опасности потенциальных аварийных ситуаций. Опытный оператор может плохо представлять, что такое аварийные ситуации, если они не происходили в период его работы на конкретном предприятии.

При формировании группы HAZOP, руководителю следует добиваться максимально широкого представительства специалистов из всех вышеупомянутых областей.

Людей, ответственных за производственный процесс на предприятии, не надо приглашать на совещания HAZOP, с тем, чтобы избежать возникновения конфликтных ситуаций, которые могут быть вызваны тем, что они одновременно выполняют свои обязанности на предприятии и обязанности члена группы HAZOP.

Участники совещания HAZOP могут участвовать в совещании в разное время. Некоторые могут принимать участие постоянно, а некоторые могут быть необходимы только при изучении специфических вопросов, когда требуются их профессиональные знания. Некоторые члены группы могут вызываться на совещание по мере необходимости (т.е., выполнять свои обязанности на предприятии и приходить на совещание, как только их попросят). Важно предусмотреть, чтобы люди планировали свое участие в приемлемое для них самих время и не отвлекались от других обязанностей.

Исходная информация о заводе

Базовая информация, необходимая для подготовки и проведения совещаний HAZOP, это:

- Диаграммы P&ID
- Схемы технологического процесса
- Чертежи–схемы
- Данные по прошлым авариям на аналогичных предприятиях

- Данные об используемых веществах (реакционная способность, токсичность, коррозионные свойства)
- Инструкции и руководства по эксплуатации завода
- Описание систем обеспечения безопасности на заводе
- Другая имеющая отношение к делу информация

Перед началом совещания, важно убедиться в том, что вся имеющаяся информация к настоящему времени не устарела и отражает данные, необходимые для сравнения фактического состояния предприятия после строительства и проектных намерений.

Важно, чтобы диаграммы P&ID рассматривались только на том уровне, когда ошибки отсутствуют или минимальны. В противном случае, группа HAZOP потратит очень много времени на обсуждение того, что в действительности представляет собой завод в сравнении с чертежами. Некоторые члены группы могут потратить время на выяснение состояния завода, вместо того, чтобы сконцентрировать внимание на исследованиях HAZOP.

Чем лучше будет подготовлена группа HAZOP, тем быстрее будет проводиться исследование. Рекомендуется выслать описание завода и диаграммы P&ID участникам примерно за неделю до начала совещания.

#### *Планирование совещаний HAZOP*

Планирование совещания HAZOP включает рассмотрение следующих вопросов:

- Количество часов, которые необходимы для проведения совещаний
- Продолжительность совещаний
- Наличие свободного времени у членов группы
- Помещения для проведения совещаний
- Питание, перерывы на кофе

Самое простое, как оценить время, которое нужно затратить на проведение совещаний HAZOP, это исходить из того, что на изучение простой диаграммы P&ID потребуется 4 часа и 6 часов на более сложную диаграмму. Если завод уже был разделен на участки, на каждый участок будет достаточно одного часа.

Совещания должны занимать не более 4-6 часов в день с перерывом. Если совещания будут длиться слишком долго, группе будет трудно работать сосредоточенно на протяжении всего времени, а также люди будут покидать совещания до их завершения в связи с другими делами.

#### *Проведение совещания HAZOP*

В данном разделе представлено руководство по проведению совещания HAZOP. Однако за руководителем HAZOP остается право планировать ход совещания по своему усмотрению.

#### *Совещание HAZOP*

В повестку дня совещания HAZOP должны быть включены следующие пункты:

- Представление участников

- Принятие графика проведения совещания
- Предоставление имеющейся информации о предприятии
- Демонстрация основных производственных функций предприятия
- Определение «нежелательных последствий»
- Выявление имеющихся производственных опасностей (угроз)
- Представление результатов деления предприятия на участки
- Информация об исследовании HAZOP
- Суммирование рекомендаций и мероприятий
- Составление графика выполнения рекомендаций и мероприятий

Представление участников необходимо для того, чтобы каждый знал имя своего коллеги и область его деятельности.

Для некоторых членов группы может оказаться непривычным участвовать на протяжении нескольких часов в круглом столе. Из составленного графика работы участники смогут узнать, когда запланированы перерывы между заседаниями. На некоторых совещаниях допускается курить, поэтому некурящие люди могут испытывать неудобства. Курящим участникам следует использовать перерывы для перекура, а не курить в течение совещания.

Участникам предоставляется информация о предприятии и в случае необходимости дополняется необходимыми данными. Должно быть определено качество используемой информации и чертежей. Если информация о заводе является неполной, исследования HAZOP могут быть трудоемкими и занять больше времени, чем предполагалось.

Один из участников должен ознакомить остальных с основными производственными функциями предприятия.

Перед началом совещания, руководитель группы и менеджер, ответственный за ввод в действие исследований HAZOP, должны определить так называемые «нежелательные последствия», которые в дальнейшем будут представлены на первом совещании HAZOP и дадут представление о масштабах исследования.

Следующим шагом является определение очевидных производственных опасностей, существующих на предприятии, которые необходимо учитывать в ходе совещания HAZOP, что не исключает рассмотрения других опасностей, выявленных на предприятии.

Руководитель группы HAZOP должен описать участки, на которые было поделено предприятие, а участники в свою очередь могут внести некоторые изменения в принцип выделения участков.

Далее следует само исследование HAZOP (см. пункт “Исследование HAZOP”). Это самая трудоемкая часть совещания HAZOP.

По мере продвижения исследования, приступая к изучению нового участка завода, зачастую полезно заново повторить цель изучения участка и нежелательных последствий.

Исследование HAZOP считается завершенным, после изучения всех участков завода.

Затем, секретарь HAZOP может приступить к подведению итогов и обобщению рекомендаций и предписываемых мероприятий. Назначаются и документально оформляются ответственные за выполнение рекомендаций и мероприятий.

В заключение составляется график выполнения рекомендаций и мероприятий.

#### *Руководство исследованиями HAZOP*

Задача руководителя HAZOP на первый взгляд может показаться простой, но на самом деле руководство исследованиями HAZOP является достаточно тяжелой и ответственной задачей.

Если исследование HAZOP было тщательно подготовлено, и руководителем был собран весь необходимый объем информации, завод разделен на участки и подготовлены бланки таблиц HAZOP, техническая часть исследования не должна быть сложной.

Наиболее трудным аспектом руководства исследованием HAZOP является привлечение членов группы к активному участию в работе, а также способствование возникновению у них новых идей и замыслов. Также немаловажно, чтобы участники чувствовали себя свободно и непринужденно внутри группы. Это будет способствовать беспрепятственному выражению своих мыслей и представлению своих соображений по тому или иному вопросу. Для успешного выполнения этой задачи руководителю группы необходимо наличие коммуникабельности и умения работы с людьми – качества, встречающиеся довольно редко.

Руководителю группы HAZOP необходимо помнить следующие правила при проведении исследований:

- Убедитесь в том, что представлены все участники исследований
- Относитесь к каждому участнику как к эксперту
- Задавайте вопросы непосредственно участникам опроса
- Сконцентрируйтесь на постановке вопросов, а не ответах на них
- Слушайте всех участников исследования
- Все соображения следует воспринимать с должным вниманием. Никто из членов группы не должен чувствовать, что его обошли вниманием. В обратном случае, кто-нибудь из членов рабочей группы может потерять интерес к участию в исследованиях HAZOP
- Убедитесь в том, что перерывы организуются согласно расписанию
- Продолжительность совещаний не должна превышать 4-6 часов в день
- Не допускайте «топтания на месте» в ходе совещания. Нужно иметь в виду, что совещание не является расчетным (проектировочным), поэтому не следует заострять внимание на деталях возможных решений проблем (детальные исследования могут быть занесены в список рекомендуемых действий после исследований HAZOP)

- Задавайте вопросы в позитивном ключе, например:

Позитивная форма: Какие аспекты необходимо учитывать в первую очередь при подготовке новых операторов?

Позитивная форма: С какими проблемами Вам приходилось сталкиваться при эксплуатации данного предприятия?

Негативная форма: Какие ошибки Вы обычно допускаете?

Типовые проблемы, с которыми наиболее часто сталкивается руководитель исследований HAZOP:

- Устаревшие чертежи и другие виды документации
- Отсутствие необходимого объема информации, необходимой для обсуждения той или иной проблемы
- Группа HAZOP тратит слишком много времени на обсуждение возможных путей решений выявленных проблем
- Отклонение от главной темы дискуссии
- Некоторые участники могут быть вызваны в ходе работы совещания и таким образом оторваны от обсуждаемых тем на определенный период времени.

Предотвращение возникновения подобных ситуаций является частью обязанностей руководителя группы HAZOP!

Выполнение рекомендаций, выданных по окончании исследования HAZOP

Отчет по совещаниям HAZOP должен главным образом включать в себя оригиналы таблиц HAZOP. Также необходимо оформить рекомендации и необходимые мероприятия, выданные в ходе совещаний участниками рабочей группы. Данная документация должна быть проста в использовании и может быть подготовлена в виде:

- Списка всех рекомендаций и необходимых мероприятий
- Таблиц мероприятий (содержащих рекомендации и необходимые мероприятия)

По окончании исследования HAZOP может потребоваться отчет по HAZOP, в содержание которого должны войти следующие данные:

- Имена и фамилии членов группы HAZOP
- Сроки проведения исследования HAZOP
- Ссылки на чертежи, используемые при проведении исследования
- Опасности и последствия, которым было уделено особой внимание
- Раздел, обобщающий итоги исследования HAZOP
- Список всех рекомендаций и необходимых мероприятий
- График выполнения дальнейших мероприятий



Пример таблицы мероприятий

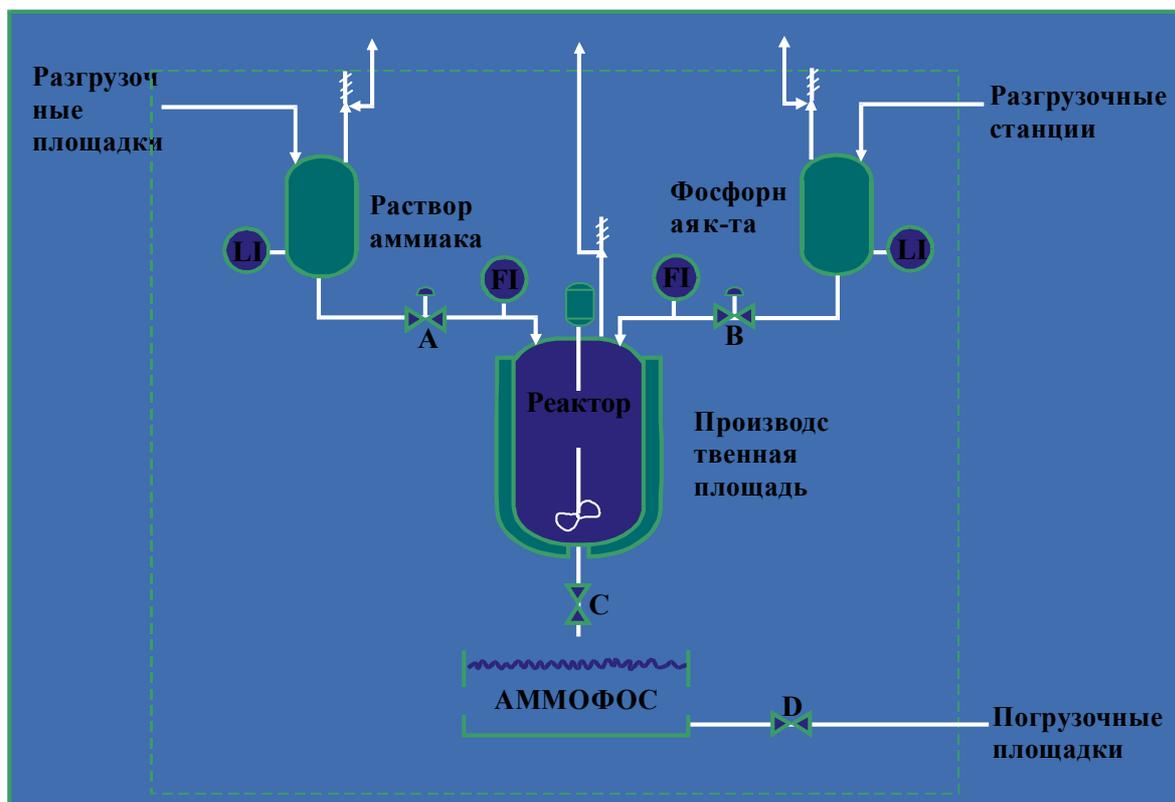
Эксперты HAZOP A/S	Клиент:	Дата:
Таблица мероприятий №:	Предприятие:	Проект №
Проблема:		
Цель мероприятия:		
Обсуждение и выдача рекомендаций не позднее:		Отв.:
Обсуждение:		
Рекомендации:		
Кем подготовлен:		Дата:
Решение:		
Ответственные за принятие решений:		Дата:
Ответственные за выполнение решений:		Крайний срок:
Заполнено:		Дата:
Распространение:		

Шаблон «Списка мероприятий»

<i>Мероприятие №</i>	<i>Описание</i>	<i>Ответственный</i>	<i>Назначенная дата</i>	<i>Дата выполнения</i>

## Лекция 22. Методики оценки риска Метод обследования типов отказов и анализ их последствий

### 22.1. Область применения. Технический подход. Определение изучаемой проблемы. Представление обзора. Документирование. Типовая таблица. Маркировка оборудования. Описание оборудования.



Описание проблем промышленной безопасности само по себе является трудной задачей. Имеется большой перечень вопросов, которые должны быть освещены для того, чтобы решить эти задачи. Как показала практика, решение возникающих комплексных задач должно существенно упроститься, если удастся установить первичные симптомы и причины изучаемых явлений. Описание проблем должно обязательно включать не только оценку внутренне присущих исследуемым объектам причин, порождающих опасность, но и оценку побочных нежелательных эффектов и описание порядка действий, которые необходимо предпринять в предназначенное время. При этом для более или менее сложных объектов и систем количество факторов, которые должны быть подвергнуты анализу, может достигать нескольких сотен и тысяч. Сложность современных технологических процессов, невозможность сразу охватить весь спектр явлений, способных приводить к аварийным ситуациям, делает целесообразным использование метода деревьев событий (деревьев отказов) для комплексного анализа устойчивости функционирования промышленной безопасности предприятий.

Природа изучаемых явлений требует привлечения большого числа специалистов различных областей знаний, которые могут иметь, вообще говоря, разные ряды приоритетов и противоречивые планы решения возникающих практических задач.

Достаточно удачным средством для нахождения компромиссов, обеспечения полного и взвешенного функционального описания проблем промышленной безопасности является использование представления знаний об изучаемых объектах и систем в виде графических логических построений.

#### *Методология исследований деревьев отказов (FTA)*

FTA основан на графическом логическом описании механизма отказов системы. Ключевые теоретические основы в FTA – это предположение, что компоненты в системе либо работают успешно, либо отказывают полностью. До начала построения дерева отказов необходимо специально определить верхнее событие. Необходимо детальное понимание работы систем ее компонентов, роли операторов и возможных человеческих ошибок.

Дерево отказов представляет собой дедуктивное логическое построение, которое использует концепцию одного финального события (как правило, авария или отказ блока, всей системы) с целью нахождения всех возможных путей, при реализации которых оно может произойти.

Для этого рассматривается, какие события или их комбинации могут привести непосредственно к возникновению финального события. Затем каждое из этих событий рассматривается как вершина дерева и процесс повторяется до тех пор, пока не будет достигнут такой уровень детализации, на котором полученные события уже будут неделимы в принципе или по соображениям решения задачи. Такие события называют базовыми, инициирующими, элементарными или исходными. Все остальные события – порожденными или промежуточными.

Для графического изображения простейшего дерева событий необходимо ввести базовый набор символических изображений, которые представлены на рисунке Е.1. Данные типы вершин позволяют построить дерево отказов для огромного большинства систем. Однако, существуют ситуации, когда отказ наступает только при определенном порядке возникновения входных событий (отказов) или же в случае соблюдения некоторых временных условий (например: действие какого-нибудь фактора в течение определенного интервала времени), который больше допустимого, либо при некоторой комбинации этих требований. В этом случае построение и анализ деревьев отказов значительно усложняется.

Приведем некоторые термины, необходимые для понимания рассматриваемого метода:

Событие – нежелательное отклонение от нормы или ожидаемого состояния компонентов системы.

Верхнее (главное) событие – это нежелательное событие или инцидент на вершине дерева отказов, от которого спускаются вниз, пользуясь логическими воротами.

Промежуточное событие позволяет комбинировать различные исходные события, которые рассматриваются в развитии посредством условий.

Исходное событие – отказ в работе оборудования или ошибка персонала, которые при рассмотрении не разбиваются на отдельные составные события более мелкого масштаба.

Неразвивающееся событие - возможные причины нежелательного события не рассматриваются в развитии по причине того, что условия возникновения данного события не достоверны или имеющейся информации не достаточно.

Условие (логические ворота) – логическая связь между входными событиями (событиями более низкого уровня) и отдельными выходными событиями (более высокого уровня).

Условие «и» объединяет входные события, каждое из которых должно существовать одновременно с другими.

Условие «или» используется в случае, если для определения последующего выходного события достаточно ввести данные об одном каком-либо предыдущем событии.

Минимальный набор сечений – минимальное число цепочек событий, при которых может произойти главное событие. Все события (отказы) соответствуют базовому или развивающемуся событию.

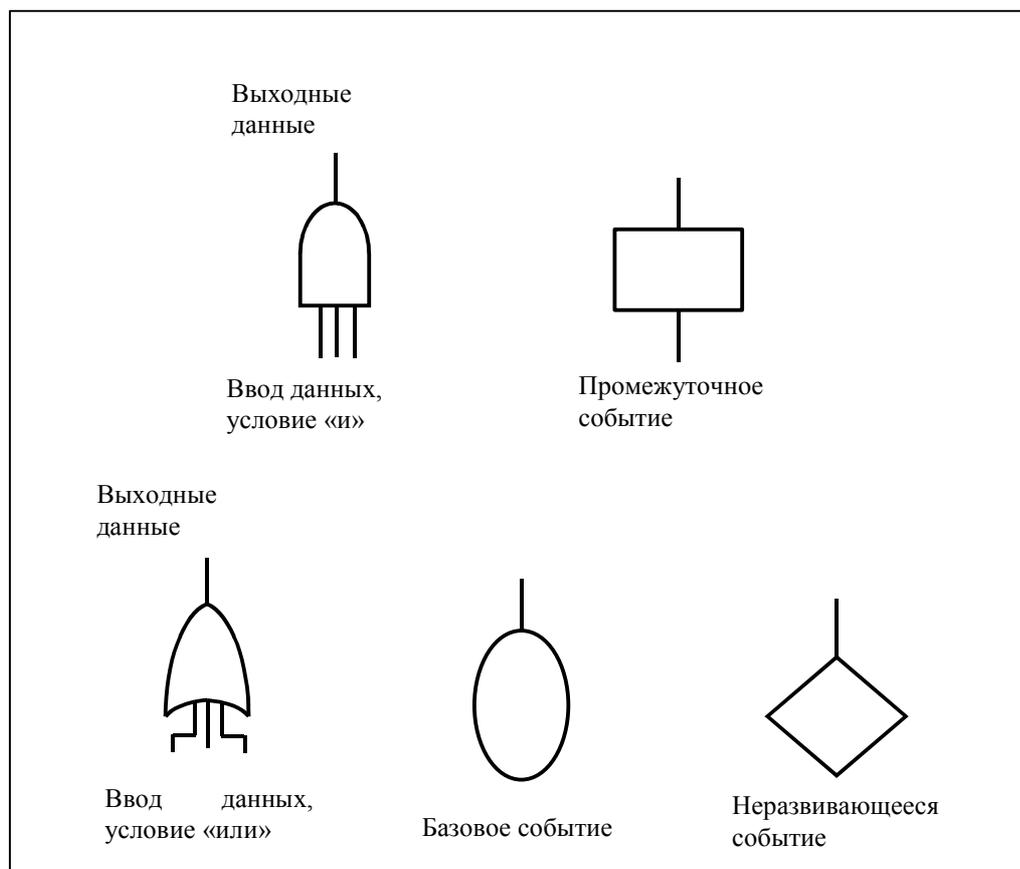


Рисунок - Символы, используемые в методе дерева отказов

Большинство существующих методов анализа деревьев отказов основываются на поиске и изучении множества сечений и путей дерева.

Путь (сечение) – есть такая комбинация базовых событий, реализация которых приводит к возникновению главного события.

Сечение (путь) – есть такая комбинация базовых событий, одновременная нереализация которых приводит к невозможности возникновения данного события.

Минимальный путь – это группа событий или первичных источников отказов, которые могут привести к главному событию через минимальное число шагов.

С точки зрения возникновения аварийных ситуаций предпочтительнее производить анализ минимальных путей дерева. Зная вероятности их реализации, можно рассчитать вероятность возникновения главного события.

Если же решается задача повышения надежности систем, то гораздо эффективнее анализ минимальных сечений дерева отказов с целью найти наиболее простые способы повышения надежности системы.

Комбинация этих рассмотрений позволяет найти наиболее «узкие места» системы, найти эффективные способы повышения надежности химико-технологической системы (ХТС).

Из вышеизложенного рассмотрения видно, что концепция деревьев событий и отказов является перспективным методом решения задачи по надежности и безопасности, а также по определению риска функционирования ХТС.

Однако, следует отметить некоторые принципиальные моменты, связанные с использованием деревьев событий и отказов.

Дерево (вообще) представляет собой структуру, где каждый элемент (за исключением граничных) имеет один вход или один или более выходов, или наоборот – все зависит от того, в какую сторону проходится дерево, но не то и другое вместе. Данное ограничение, накладываемое на понятие «дерево», приводит к некоторым сложностям в построении и анализе дерева. Например, в случае дерева отказов (где все элементы кроме вершины дерева должны иметь один выход) обычно существует событие, имеющее более одного выхода (в качестве примера можно привести отказ электропитания ХТС или наводнение).

Второй принципиальный момент, который не учитывается существующими моделирующими алгоритмами, заключается в следующем предположении: если на входах участка логической структуры создается благоприятная комбинация условий, то со стопроцентной вероятностью должно произойти порожденное событие. В большинстве случаев так оно и есть, однако, можно привести ситуации, когда это не соблюдается, например, попадание камня в оконное стекло не всегда приводит к тому, что оно разбивается. Для решения данной задачи в существующих алгоритмах приходится или вводить фиктивные события (функция которых заключается в том, что не всегда выдавать выходной сигнал, когда на входах присутствует благоприятная комбинация входных), или корректировать входные вероятности

(например, вероятность попадания камня в окно заменится вероятностью того, что оно разобьется; но это не позволяет учесть причины, которые привели к разбиению окна).

Отличительной особенностью функционирования человека в ХТС является то, что ему свойственен принципиально новый тип отказа – ошибка в деятельности (временный неустойчивый отказ), и его также необходимо учитывать.

## **22.2. Проведения исследований методом ФТА Цели проведения исследований методом ФТА**

Исследования методом ФТА применяют в целях:

- выявления всех путей, которые приводят к главному нежелательному событию при определенном стечении обстоятельств;
- определения минимального числа комбинаций событий, которые могут привести к главному событию;
- качественного определения основных причин нежелательного события;
- количественной оценки частоты вероятности нежелательного события;
- идентификации общего характера отказов или их общих причин, трудно выявляемых при рассмотрении изолированных подсистем;
- анализа чувствительности отдельных событий к отклонениям параметров системы.

Целями применения метода ФТА в химической промышленности являются:

- оценка частоты возникновения инцидентов (или надежность оборудования);
- определение комбинаций отказов оборудования, рабочих условий, условий окружающей среды и человеческих ошибок, которые повлияли на инцидент;
- идентификация корректирующих воздействий для улучшения надежности и безопасности и определения их влияния.

Дерево отказов – это графическое представление связей между отказами оборудования и аварийными ситуациями.

Можно выделить четыре класса причин возникновения аварийных ситуаций:

- отказы оборудования
- отклонения от технологического регламента
- ошибки производственного персонала
- внешние причины (стихийные бедствия, диверсии и т.д.)

Одним из достоинств метода является систематическое логически обоснованное построение множества отказов элементов системы, которые могут приводить к аварии.

Метод деревьев отказов используется, в основном, в случаях, когда при отказе системы в целом может быть установлена связь между комбинациями отказов отдельных компонентов системы. Метод применяется при идентификации требований к дублированию компонентов, к защитным устройствам и контрольным системам.

## ***Основные этапы процесса проведения исследования методом дерева отказов***

Проведение исследования методом дерева отказов можно также представить в виде следующих шагов:

- Определение границ системы
- Изучение и понимание системы
- Определение конечного события
- Конструирование дерева отказов
- Качественный анализ
- Количественный анализ
- Поиск недостающих данных

### *Шаг 1 – Выбор и описание системы*

- Определение способа функционирования системы
- Информация о процессе, технических средствах и ошибках операторов

Необходима информация о свойствах:

- опасностей, связанных с материалами, которые используются в процессе и вне его
- опасностей, связанных с аппаратурой и определенной структурой процесса и его компонентами (например, выброс токсичного вещества через ошибочно открытый клапан)
- Определение физических границ системы

Выбранные границы системы должны отражать наличие недостаточных данных.

Должна быть указана начальная конфигурация оборудования (необходимо указать, например, какие клапаны открыты, какие закрыты).

### *Шаг 2 – Исследование системы*

Необходимо учесть все события, включая:

- невозможные события
- возможные события

Каждый технологический процесс характеризуется некоторым набором переменных процесса, отклонения которых от своих рекомендованных значений могут приводить к непредвиденным химическим реакциям, превышению рабочего давления и/или температуры и, как следствие, к повреждению (разрушениям) технологического оборудования.

Находятся контролирующие переменные, изменение которых может привести к отказу блока.

### *Шаг 3 - Определение главного события*

Требует точности и определенности

Плохо и неточно определенное конечное событие часто является причиной некорректного анализа

Часто включает предварительный анализ (например, методы HAZOP или FMEA)

Необходимо четко и ясно определить, что, где и когда случилось

#### *Шаг 4 - Конструирование дерева отказов*

Рассматриваемое главное событие изображается на вершине

При построении дерева логическая схема отталкивается от главного события. Исходная точка – это не причины, приведшие к событию, а оно само. И только задав событие, можно начинать исследование возможных причин его появления.

Ветви дерева представляют собой все пути, по которым событие может реализовываться, а связь между исходными событиями и главным событием осуществляется через логическое условие

Обычно не существует исходных причин, а существуют первоначальные ошибки или отказы, приводящие к развитию во времени нежелательного события. Отказы, входящие в структуру дерева отказов, могут быть поделены на три группы [2]: первичные отказы; вторичные отказы; отказы управления. К первичным отказам относятся отказы оборудования, которые произошли в обычных условиях функционирования оборудования. Вторичные отказы происходят вследствие изменений условий работы оборудования. Отказы управления имеют место в случаях, когда нормально функционирующее оборудование не получает по каким-либо причинам управляющих сигналов. Вторичные отказы и отказы управления являются промежуточными событиями и требуют дополнительного анализа.

В случае, если исходные причины возникновения нежелательного события находятся в прямой связи от конечного события, такая проблемная ситуация слишком проста для ее анализа с помощью метода дерева отказов.

#### *Шаг 5 - Качественный анализ*

Анализ набора минимальных сечений

Необходимо найти способ определения возможных комбинаций отказов в работе оборудования, которые приводят к возникновению нежелательного события

Минимальная комбинация ошибок персонала и повреждений оборудования, достаточная для возникновения нежелательного события, – это краткий вариант дерева отказов. Алгоритм вычисления минимального краткого пути состоит из двух этапов: составление таблицы возможных путей и составление серии матриц. Для составления таблицы сначала выбирается условие, далее исследуется число входов, а затем число ветвей дерева. Если при этом соответствующий вход также является «калиткой», то в таблицу вписывается его номер, а для конечных ветвей дерева вписывается буква, обозначающая исходный процесс. Затем составляются матрицы, где условия заменяются ее входами и этот процесс продолжается пока мы не получим главного события через буквенное выражение.

Такие комбинации могут использоваться для классификации путей развития нежелательного события и для количественной оценки дерева отказов, если доступна необходимая информация

Для анализа небольших деревьев могут применяться простые методы (без использования ЭВМ)

Ранжирование базовых событий может быть определено по минимальному набору событий

#### Шаг 6 - Количественный анализ

Имея конечную схему дерева отказов и оценочную частоту (вероятность) для каждого базового или неразвивающегося события, можно вычислить частоту главного события или его вероятность. Расчет чувствителен к цифровым ошибкам в прогнозируемой частоте главного события, если дерево имеет повторяющиеся события в различных ветвях, которые разделены условием «и». Метод расчета начинается с базовых событий на дереве отказов и продвигается вверх к главному событию. Математическая связь для расчетов приведена в таблице

Таблица

Математическая связь для расчетов по методу ФТА

Условие	Входная пара (B), (C)	Вычисление выхода (A)	Время t (год)
«или»	$P_B^*$ «или» $P_C$ $F_B^*$ «или» $F_C$ $F_B$ «или» $P_C$	$P_A = P_B + P_C - P_B P_C \cong P_B + P_C$ $F_A = F_B + F_A$ не разрешено	$t^{-1}$
«и»	$P_B$ «и» $P_C$ $F_B$ «и» $F_C$ $F_B$ «и» $P_C$	$P_A = P_B \cdot P_C$ не разрешено; преобразуйте к $F_B$ «и» $P_C$ $F_A = F_B \cdot P_C$	$t^{-1}$

\*P – вероятность; F – частота (время<sup>-1</sup>)

Важно помнить, что для условия «и» на входе может быть несколько термов вероятности, на только одна частота.

Одними из двух важнейших логических значков в деревьях отказов являются значки «И». При использовании таких значков необходимо учитывать:

- (а) выходные данные даются из входных данных в виде отказов в превентивных (защитных) действиях;
- (б) выходные данные даются из входных данных в виде отказов защитных приборов (устройств);
- (в) выходные данные даются из отказов двух приборов (устройств), действующих параллельно;

(г) выходные данные даются из отказов двух приборов, из которых один работает, а другой выключен.

При конструировании деревьев отказов различия между этими системами не вызывает проблем, но могут возникнуть трудности на стадии оценки.

Как уже было описано, вероятность  $p_0$ , которая является выходным данным значка «И» с двумя входными данными существует, если вероятности входных событий  $p_1$  и  $p_2$ , в виде:

$$p_0 = p_1 p_2$$

Происходит событие или нет, можно описать в терминах частоты или вероятности. Отказ оборудования обычно выражается через частоту и отказ в превентивных действиях или предохранительных приборах – через вероятность.

В защитных приборах, как правило, периодически происходят отказы и поэтому их нужно проверять. Данные по отказам таких приборов могут быть даны как в виде вероятности отказа, так и частоты. Их взаимосвязь можно показать, как:

$$p_0 = f \tau_p / 2 \quad (1)$$

где  $p$  – вероятность отказа,  $f$  - уровень отказа, а  $\tau_p$  - интервал тестирования.

Тогда для ситуации (а) частота отказа  $f_0$ :

$$f_0 = p \quad (2)$$

где  $p$  – вероятность отказа или превентивных действий,  $f$  - частота входного события, а  $f_0$  – частота выходного события.

Для ситуации типа (б) уравнение 2 можно также применять, причем вероятность отказа в защитных мерах в данном случае находится по уравнению 1.

Оценка ситуации (в) менее определена. Для этого, можно применять приближенные модели параллельных систем, получаемых или по Маркову или из методов функций добавочной (присоединенной) плотности. Они дают вероятность выходных данных, где события даются в виде частоты входных данных. Когда возможно, применяется приближение для редких событий для перевода вероятности в частоту:

$$f = p/t$$

Подобным образом, для ситуаций (г) можно применять подходящие модели.

Дерево отказов может быть использовано для анализа чувствительности отдельных событий к отклонениям параметров системы. Анализ значимости ранжирует различные наборы минимальных сечений в порядке вклада в частоту общих системных отказов.

#### *Шаг 7 - Поиск недостающих данных*

Необходимы данные о частоте отказов компонентов, отсутствии защитных систем, частоты ошибок операторов

Используемая информация должна быть достоверной

При наличии лишь недостаточных данных или их отсутствии требуется инженерное изучение оборудования

Требуется информация о внешних событиях

Хотя некоторые данные могут быть использованы непосредственно, другие могут быть модифицированы на основе экспертной оценки. Первичный результат количественной оценки – это частота (или вероятность) верхнего события и более низких промежуточных событий.

Обычно для исследования используются данные по коэффициентам отказов, взятые из открытой литературы, с учетом корректирующих факторов [3].

Для повышения достоверности оценки вероятностей исходных событий необходимо учитывать прошлый опыт работы соответствующей установки или какой-либо подобной ей на данном предприятии (статистика отказов отдельных элементов). Методы получения обработки подобной информации хорошо развиты.

### **Учебные примеры и упражнения по ФТА**

#### *Учебный пример 1*

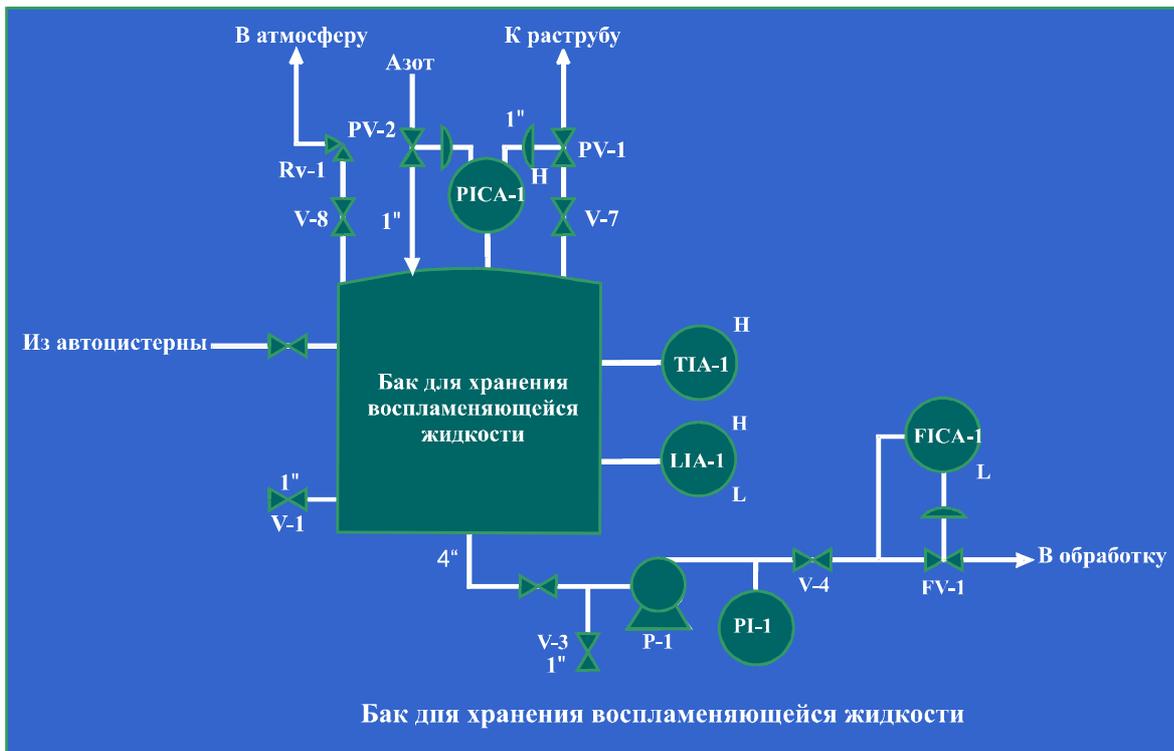
Целью данного упражнения является закрепление навыков по проведению процедуры исследования опасности методом дерева отказов (ФТА). Применение метода ФТА будет продемонстрировано на примере исследования опасности при хранении воспламеняющейся жидкости. Рассмотрение одного из нежелательных событий может привести к главному событию – выбросу воспламеняющейся жидкости из бака хранения. На примере течи бака (Ozog, 1985) проведем исследования ручным методом в виде поэтапной процедуры исследования методом отказов.

#### ШАГ 1. Описание системы

Система хранения воспламеняющейся жидкости в виде диаграммы распределения ресурсов и оборудования (P&ID Process and Instrumentation Diagrams) дана на рисунке G.1 – бак для хранения воспламеняющейся жидкости (Ozog, 1985) [4].

Бак спроектирован так, чтобы удерживать воспламеняющуюся жидкость под слабым давлением азота. Система управления (PICA-1) контролирует давление. Кроме этого, бак защищен с помощью клапана, который перекрывается в аварийных ситуациях. Жидкость питает бак через автоцистерну. Насос (P-1) перекачивает воспламеняющуюся жидкость для дальнейшей переработки.

Рисунок 22.1 Бак для хранения воспламеняющейся жидкости P&ID (Ozog, 1985)



Обозначения:

- FV – управляющий клапан потока;
- P-1 – насос;
- PV – управляющий клапан давления;
- V – клапан;
- RV – предохранительный клапан;
- P – давление;
- T – температура;
- L – уровень;
- F – поток;
- I – индикатор;
- C – контроллер;
- A – сигнализатор;
- H – высокий;
- L – низкий.

### ШАГ 2. Идентификация риска

Метод может быть использован для идентификации главной опасности, такой, как выброс воспламеняющихся веществ из бака. Для нашего случая воспользуемся данными, полученными методом HAZOP (Ozog, 1985) [4].

### ШАГ 3. Построение дерева отказов

Каждое событие помечено соответственно В для базовых или неразвитых событий, М – для промежуточных событий и Т – главное событие. Процедура начинается с верхнего события

(основной выброс воспламеняющегося вещества) и определяет возможные события, которые могли привести к этому инциденту.

Главное событие может индуцироваться несколькими исходными, например:

- M1: Утечка во время разгрузки автоцистерны.
- M2: Разрушение бака из-за внешних событий.
- V1: Повреждение сливного отверстия бака.
- M3: Повреждение бака из-за взрыва.
- M4: Повреждение бака из-за избыточного давления.

Причем мы видим, что каждое из этих событий может привести к главному событию.

События M1, M2, M3 и M4 требуют дальнейшего развития. Для события V1 существует адекватная историческая информация, что позволяет считать его базовым событием. Анализ продвигается вниз на один уровень, пока все механизмы отказов не будут исследованы до соответствующей глубины. Базовые события и неразвитые события обозначены кругами и ромбами соответственно. Дальнейшее развитие неразвитых событий не считается необходимым или возможным. В таблице приведены характерные инициирующие события.

Таблица

Иницирующие события

Обозначение	Характеристика события	Вероятность (частота) события
V2	Частота разгрузки цистерны	300/год
V3	Воздействие от средства передвижения	$1 \cdot 10^{-5}$ /год
V4	Авиа катастрофа	$1 \cdot 10^{-6}$ /год
V5	Землетрясение	$1 \cdot 10^{-5}$ /год
V6	Торнадо	$1 \cdot 10^{-5}$ /год
M5	Пролив из бака	$1 \cdot 10^{-4}$
M9	Переполнение бака и истечение через RV-1	$1 \cdot 10^{-4}$
M10	Разрыв бака вследствие реакции	$1 \cdot 10^{-7}$
V15	Достаточный объем в баке для разгружаемой цистерны	$1 \cdot 10^{-2}$
V16	Отказ или игнорирование LIA-1	$1 \cdot 10^{-2}$
V17	Недопустимое вещество в цистерне	$1 \cdot 10^{-3}$
V18	Из цистерны перед разгрузкой не взята проба	$1 \cdot 10^{-2}$
V19	Реагент реагирует с разгружаемыми веществами	$1 \cdot 10^{-1}$
V20	Рост давления превосходит пропускную скорость RV-1 и PV-1	$1 \cdot 10^{-1}$
V7	Разгружаемый бак требует очистки азотом	10/год
M6	Индуцируется вакуум	$2 \cdot 10^{-2}$
V8	Кипение недостаточно, чтобы предотвратить вакуум	$1 \cdot 10^{-2}$
V9	PV-2 ошибочно закрыт	$1 \cdot 10^{-2}$
V10	Отказ PICA-1 при закрытии PV-2	$1 \cdot 10^{-2}$
V11	Сбой в подаче азота	$1 \cdot 10^{-4}$
M7	Давление в баке превышено	$1 \cdot 10^{-2}$

Обозначение	Характеристика события	Вероятность (частота) события
M8	Отказ предохранительной системы при повышенном давлении	$2 \cdot 10^{-3}$
B12	Отказ PICA-1 при закрытии PV-1	$1 \cdot 10^{-2}$ /год
M11	Превышено давление в баке	$4 \cdot 10^{-5}$ /год
B13	Повышенная пропускная способность RV-1	$1 \cdot 10^{-3}$
B14	V-8 закрыт	$1 \cdot 10^{-3}$
M12	Высокое давление в баке	$4 \cdot 10^{-3}$ /год
B21	Отказ или игнорирование PICA-1	$1 \cdot 10^{-2}$
B22	PV-1 ошибочно закрыт	$1 \cdot 10^{-3}$ /год
B23	V-7 закрыт	$1 \cdot 10^{-3}$ /год
B24	Температура во входном отверстии выше нормальной	$1 \cdot 10^{-3}$ /год
B25	Высокое давление в оголовке факела	$1 \cdot 10^{-3}$ /год

Теперь построим схематичное дерево отказов, оно строится согласно правилам, о которых мы говорили раньше. Логические условия выбираются исходя из «здравого смысла» работы системы. Таким образом мы строим полное дерево отказов.

Конечное схематичное дерево отказов выполненное для наглядности через буквенные обозначения в соответствии с таблицей G.1 в основном идентично представленному (Ozog, 1985) [4]. Однако, некоторые наборы промежуточных событий были добавлены для большей ясности анализа (рисунок G.1).

#### ШАГ 4. Качественное исследование структуры

Качественная оценка производится наилучшим образом с помощью анализа минимальных сечений. Однако, уже при первом просмотре выявляются 5 основных путей, ведущих к вершине. Например, B1, B3–B6.

На этом шаге исследователь должен просмотреть минимальные сечения, чтобы гарантировать, что все они представляют реальные, возможные происшествия. Минимальное сечение, которое не ведет к вершине – показатель ошибки построения дерева или ошибки в определении минимального сечения.

#### ШАГ 5. Количественная оценка

Для этого предлагается метод анализа «вход – выход». Дерево отказов должно быть в внимательно просмотрено на предмет обнаружения повторяющихся событий, которые могут привести к численной ошибке. Повторяющиеся события отсутствуют. Исследователь должен ввести численные значения частоты (в год) или вероятность (безразмерную) для каждого базового события.

Расчет начинается с подножия дерева отказов и продолжается в направлении вершины. Ниже представлен расчет для самой левой ветви дерева отказов, поднимающейся к событию M1. Событие M9 «Переполнение танка и истечение через RV–1» наступает при одновременном наступлении B15 и B16, значит перемножим вероятности.

$$P(M9) = P(B15) \times P(B16) = 1 \cdot 10^{-2} \times 1 \cdot 10^{-2} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$$

К M10 ведут через «И» 4 события, заданные их вероятностями:

$$P(M10) = P(B17) \times P(B18) \times P(B19) \times P(B20) = 1 \cdot 10^{-3} \times 1 \cdot 10^{-2} \times 1 \cdot 10^{-1} \times 1 \cdot 10^{-1} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$$

M10 и M9 ведут к M5 через логический блок «ИЛИ»:

$$P(M5) = P(M9) + P(M10) = 1 \cdot 10^{-4} + 1 \cdot 10^{-7} \approx 1 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$$

События M1 – промежуточное, наступающее при одновременном появлении B2, заданного частотой и M5, заданного вероятностью:

$$F(M1) = F(B2) \times P(M5) = 300 \cdot \text{год}^{-1} \times 1 \cdot 10^{-4} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1}$$

Аналогично рассчитываются все другие частоты и вероятности, и рассчитывается частота главного события T. Для самопроверки приведем рассчитанные частоты пяти основных промежуточных событий, ведущих к вершинному:

$$M1 \quad 3 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1}$$

$$M2 \quad 3 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$$

$$B1 \quad 1 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$$

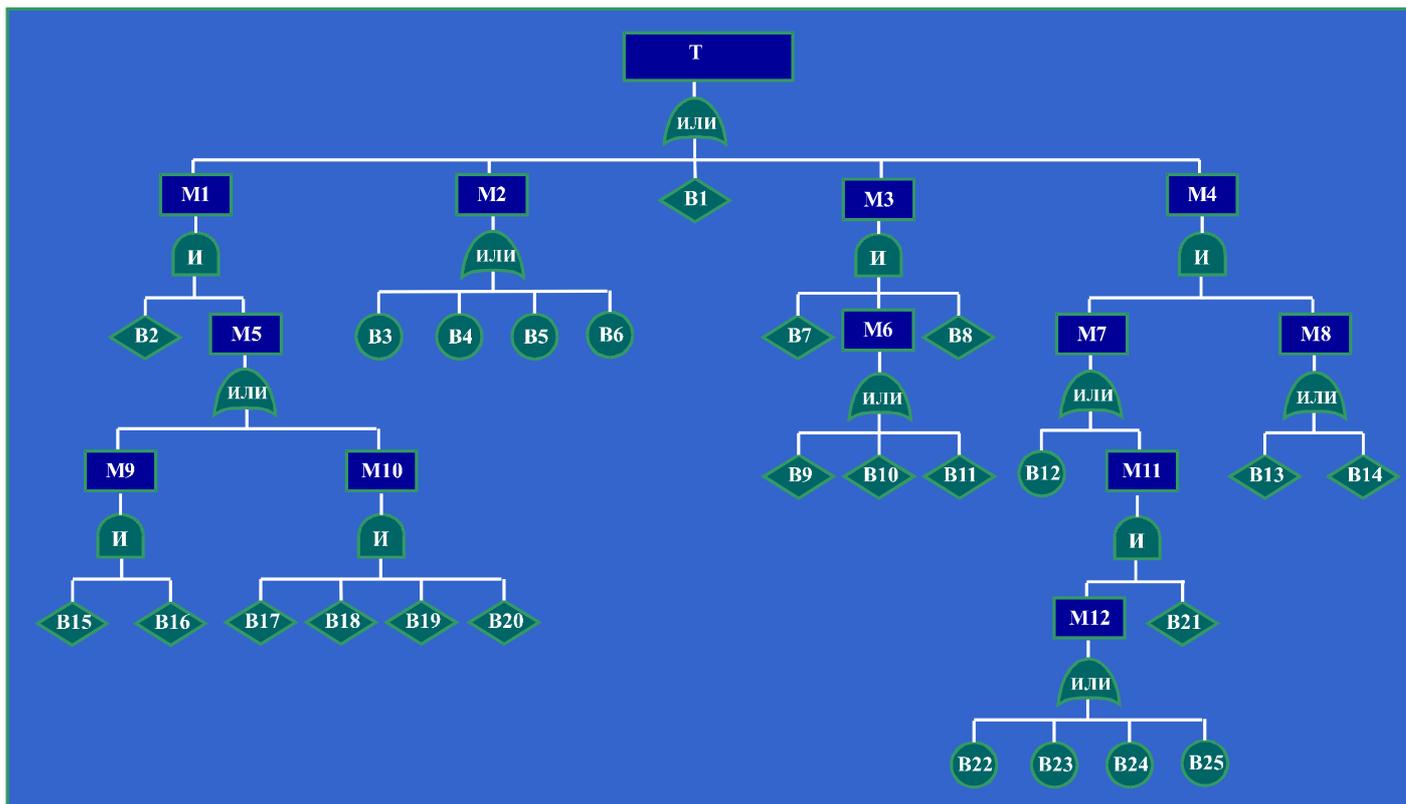
$$M3 \quad 2 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1}$$

$$M4 \quad 2 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$$

Дерево отказов может быть использовано для анализа чувствительности отдельных событий к отклонениям параметров системы.

Проведите анализ дерева отказов с целью выдачи рекомендаций, в каких направлениях должны быть приняты меры для снижения риска главного события. Важно понимать, что решения по изменениям процесса и замене оборудования требуют нового исследования, и только после этого могут стать предположениями.

Рисунок 22.2 Схематичное дерево отказов



**Лекция 23. FN кривые. Количественная оценка**

**23.1. Построение всего множества сценариев возникновения и развития аварии**

1. отказы оборудования FTA
2. отклонения от технологического регламента HAZOP
3. ошибки производственного персонала HRA, ASEP
4. влияние причины (стихийные бедствия, диверсии и т.д.)

Оценка частот реализации каждого из сценариев возникновения и развития аварии

Построение полей поражающих факторов, возникающих при различных сценариях развития аварии.

Таблица1

Характерные поражающие факторы и их характеристики

Поражающий фактор	Вычисляемые параметры поражающего фактора
Воздушная ударная волна (УВ), взрывов облаков топливовоздушных смесей (ТВС) и конденсированных взрывчатых веществ (ВВ).	Избыточное давление УВ $\Delta P$

	Импульс УВ  i
Тепловое излучение огневых шаров и горящих разливов	Тепловой поток (интенсивность теплового излучения q)
Токсические нагрузки	Смертельная токсидоза  D
Фрагменты, образующиеся при разрушении зданий, сооружений, технологического оборудования, осколки остекления.	Импульс осколка

#### **Лекция 24. Методики оценки риска Метод обследования типов отказов и анализ их последствий (FMEA)**

Метод FMEA используется, когда требуется анализ небольшого участка крупного процесса или единицы оборудования, например, реактора.

Тип отказов и анализ их последствий (FMEA) – это обследование всех типов отказов и повреждений для каждой составной части системы и анализ последствий для функционирования изучаемой системы.

В задачу метода обследования типа отказов и анализа их последствий (FMEA) входит обнаружение факторов, влияющих на надежность процесса, путем рассмотрения каждого потенциального источника нежелательного выброса энергии, материала и идентификация типов отказов/повреждений, при которых может произойти авария, и их влияние на систему.

В рамках рассматриваемого метода задается типовой вопрос «что произойдет, если откажет агрегат «А»? При более детальном анализе ставится вопрос «что произойдет, если откажет агрегат «А» при определенных обстоятельствах?» Эти вопросы повторяются для всех агрегатов.

Метод обследования типа отказов и анализа их последствий (FMEA) подходит к системам, которые являются определенно неустойчивыми, и безопасная работа которых зависит от правильной работы ряда систем безопасности (ядерный реактор, самолет), его можно использовать также для непрерывных процессов с пусками и остановками. Данный метод менее применим к идентификации рисков химических процессов, где опасность возникает от самих опасных материалов, с которыми работают.

Отказы агрегатов анализируются на отказ механического или электрического характера. Причем, каждый отказ рассматривается как независимый случай, без какого-либо отношения к другим отказам, за исключением тех, которые оказывают непосредственное прямое воздействие.

Метод обследования типа отказов и анализа их последствий может быть применен в качестве альтернативного методу «дерева отказов». Также он может применяться вместо метода HAZOP. Хотя метод FMEA требует больших усилий и им нельзя оценить недостатки принятой технологии или вклад ошибок оператора, данный метод позволяет осуществить оценку воздействия аварии на технологический процесс.

#### Обследование типов отказов и анализ их последствий (FMEA)

##### Технический подход

Метод выявления режимов отказов и анализа их последствий (FMEA) оценивает условия, в которых оборудование может выйти из строя (или неправильно эксплуатироваться), а также последствия этих отказов для технологического процесса [1-7]. Описание режимов отказов представляет аналитикам базовую информацию для определения, где могут быть сделаны изменения для улучшения проектного решения системы.

Каждый отказ рассматривается как независимый случай, без какого-либо отношения к другим отказам, за исключением тех, которые оказывают непосредственное прямое воздействие. Однако для особых обстоятельств могут быть рассмотрены общие причины отказов более чем для одной системы. В очень небольшом числе установок для процессов могут иметь место более трех одновременных критичных отказов, не приводящих к выпуску. Имеется незначительное число задокументированных случаев катастрофических инцидентов, произошедших на установке для процесса, которые были вызваны одновременным отказом двух или трех абсолютно независимых систем. Во многих ситуациях формулировка всех комбинаций из одного и двух событий, способствующих инциденту, определяет все, что может быть обосновано опытом анализа предыдущих инцидентов. Эти комбинации могут быть идентифицированы за приемлемое время, если руководствоваться следующим [14,15]:

Разделите установку на группы дискретных подсистем, каждая из которых должна быть достаточно небольшой для того, чтобы аналитик мог быстро определить, имеет ли данная комбинация отказов потенциал для возникновения инцидента или процесс разрешится внутри подсистемы. Типичная подсистема могла бы состоять из ректификационной колонны, ее конденсатора, испарителя и регуляторов.

Перечислите и просмотрите все комбинации случаев отказов внутри каждой подсистемы. Рассматривайте только принципиальные функциональные режимы отказов для каждого устройства. Например, управляющий клапан может давать отказ при открывании или закрывании. Контролер может дать отказ при выполнении своей функции управления или

сработать преждевременно. Далее, для дальнейшего анализа составьте список всех комбинаций отказов, результатом которых может быть следующее:

выпуск из оборудования внутри подсистемы (трещина в резервуаре или в канале, вентиляция, переполнение и т.п.);

нарушение хода процесса (высокое/низкое давление, температура, скорость потока, потеря энергии и т.п.) внутри подсистемы, которое может быть передано на одну или несколько других подсистем протекания процесса или на линии управления, которые связывают подсистемы между собой. При формулировании комбинаций из двух или трех событий отказов, которые должны быть перечислены для рассмотрения, аналитик не должен спаривать те события, которые не могут способствовать возникновению одной и той же физической проблемы. Например, одновременные отказы системы отключения из-за высокого и низкого давления или датчиков тревоги на одном и том же сосуде не могут вместе способствовать образованию высокого давления в этом сосуде. Это соображение сокращает число комбинаций событий отказов, требующих рассмотрения числа возможных комбинаций.

Когда будут обнаруживаться комбинации отказов, которые передаются на другие подсистемы, эти комбинации должны быть учтены и при анализе других подсистем.

Результаты анализа по методу обследования типов отказов и анализа их последствий (FMEA) обычно представляются в табличной форме в разбивке по составляющим оборудования. Обычно, аналитики рисков используют результаты анализа по методу обследования типов отказов и анализа их последствий для качественного анализа, хотя результаты могут быть распространены на ранжирование, в зависимости от серьезности неполадки [8,9].

#### Процедура анализа

Проведение анализа по методу обследования типов отказов и анализа их последствий (FMEA) включает три этапа: 1) определение проблемы; 2) представление обзора; 3) документирование результатов [10-13].

#### Определение изучаемой проблемы

На этом этапе определяются конкретные объекты, которые должны быть включены в анализ по методу обследования типов отказов и анализа их последствий (FMEA) и условия, при которых они анализируются. В общем случае определение изучаемой проблемы включает в себя:

определение соответствующей степени точности анализа;

определение приграничных условий для анализа.

Степень точности анализа определяет диапазон компонентов для включения в анализ по методу обследования типов отказов и анализа их последствий. Если анализ рисков проводится на уровне предприятия, то анализ должен быть сфокусирован на типах отказа отдельных систем

и их соответствующего воздействия с учетом рисков на уровне предприятия. Например, анализ может сконцентрироваться на системе подачи исходных материалов на предприятие, подготовке порционных замесов, системе окисления, системе сепарации и других вспомогательных систем. Когда обращаются за анализом на системном уровне, то проводимый анализ должен быть сосредоточен на выявлении типов отказа и их воздействия на отдельные компоненты оборудования, входящего в технологический процесс, в то же время, подразумевается воздействие и на всю систему в целом.

При определении проблемы необходимо познакомиться с пред историей предприятия, собрать имеющуюся информацию. В эту информацию входят: маршрутные технологические карты, диаграммы приборного управления технологическими операциями, порядок эксплуатации, журналы регистрации, журналы по проведению обслуживания, истории об авариях, предыдущие исследования оценки рисков на предприятии.

Следующим шагом является определение приграничных условий для анализа выбранных систем или всего предприятия. Сюда входят взаимодействия с другими процессами и коммунальными сооружениями/системами поддержки. Одним из способов для определения приграничных условий является их маркировка на системном чертеже, на котором обозначено все оборудование в масштабе проведения анализа по выбранному методу. Такие приграничные условия должны также отражать эксплуатационные условия взаимодействующих процессов.

Следующий шаг – установление граничных условий для аналитической системы, включая

а) типы отказов, эксплуатационные обстоятельства, а также причины или существующие защитные средства, которые не будут рассмотрены;

б) размещение оборудования. Примером изначального условия может быть условие нормального состояния вентиля в открытом или закрытом положении.

Представление обзора

Обзор результатов анализа по методу обследования типов отказов и анализа их последствий (FMEA) должен быть выполнен в обусловленной системной форме, чтобы избежать каких-либо пропусков и повысить полноту анализа. Одним из способов повышения тщательности и эффективности обзора является разработка постоянного формата для фиксирования результатов анализа. Это помогает систематизировать имеющуюся информацию и определить уровень детализации исследования. Образец таблицы стандартного формата для обработки данных анализа по рассматриваемому методу приведен в таблице А1.

Заполнение таблицы можно начинать с граничной системы, обозначенной на справочном чертеже и затем продолжать производить оценку компонентов по порядку их взаимодействия в технологическом процессе. Каждая единица оборудования может быть отмечена на справочном чертеже или в перечне оборудования, когда их оценка воздействия произведена. Все

возможные отказы должны быть оценены для каждого компонента или системы, внесенной в анализ по методу FMEA, перед тем как перейти к оценке следующего компонента.

Типовая форма для анализа по методу обследования типов отказов и анализа их последствий (FMEA)

Дата: _____			№ страницы ..... из .....			
Предприятие: _____			Система: _____			
Ссылки: _____			Аналитик(и): _____			
Позиция	Наименование	Описание	Вид отказа	Последствия от отказа	Меры защиты	Действия

В типовой таблице должны быть отражены следующие позиции:

*Маркировка оборудования.* Маркировка оборудования должна соответствовать маркировке, что и на системном чертеже, в эксплуатационной линии, или для размещения. Маркировка должна помогать различать однотипное оборудование (например, двухмоторные вентили), функционально задействованное в рамках одной и той же системы. Номера оборудования или идентификационные номера из системы чертежей, а также на маршрутной технологической карте обычно уже имеются и их применяют для подготовки информации. Можно применять и свою систему обозначения, если она будет понятна участникам анализа и совместима с маркировкой на чертежах или в перечне оборудования.

*Описание оборудования.* В описание оборудования должно быть включено: тип оборудования, эксплуатационная конфигурация, и другие характеристики для обслуживания (такие как, высокая температура, высокое давление, защита от коррозии), которые могут повлиять на тип отказа и их последствия. Например, вентиль может быть описан как «вентиль с моторным приводом, нормальное положение «открыто», в три-четыре дюйма линии серной кислоты». Эти описания не должны быть индивидуальными для каждого компонента оборудования.

*Типы отказов.* Аналитик должен перечислить все типы отказов для каждого компонента, который согласуется с описанием оборудования. Рассматривая нормальное эксплуатационное состояние оборудования, аналитик должен рассмотреть многофункциональность, которая может изменить обычный эксплуатационный статус оборудования. Например, в перечень типов отказа нормально закрытого вентиля могут быть включены:

- заклинивание вентиля в закрытом положении (если не удастся открыть, когда это требуется);
- вентиль ошибочно приходит в открытое положение;
- внешнее подтекание вентиля;
- внутренняя протечка вентиля;
- трещины на корпусе вентиля.

*Последствия.* Для каждого обозначенного отказа аналитик должен описать как немедленные последствия отказа на месте, так и последующее воздействие отказа на другое оборудование, в том числе на всю систему или технологический процесс. Например, немедленное последствие от протечки прокладки у насоса проявляется в утечке жидкости в зоне установки насоса. Если же жидкость воспламеняемая, то она может загореться, так как насос является источником искрообразования. Пламя в свою очередь может повредить рядом установленное оборудование, а также угрожать безопасности обслуживающему персоналу в этой зоне. Ключ к выполнению взаимосвязанного анализа по данному методу лежит в обеспечении единообразного базового подхода к оценке отказов.

*Меры защиты.* Для каждого обозначенного отказа аналитик должен описать любые меры защиты или мероприятия, которые связаны с системой и могут снизить вероятность определенных отказов или смягчить последствия отказа. Например, установка блокировки реактора в случае повышенного давления может снизить вероятность событий, обусловленных повышенным давлением, ведущим к повреждению реактора, в то же время, правильно подобранный по размеру выпускной вентиль может смягчить последствия от любого избыточного давления в реакторе.

*Действия.* Для каждого обозначенного отказа аналитик должен перечислить любые предложенные корректирующие действия для снижения возможных последствий, связанных с отказом. Например, установка аварийной сигнализации об избыточном давлении может быть предложена для реактора. Корректирующие действия для конкретного компонента оборудования могут быть сконцентрированы на причинах или последствиях конкретных отказов или могут быть использованы эти меры ко всем отказам вместе.

#### *Документирование результатов*

Документирование обзора анализа по методу обследования типов отказов и анализа их последствий (FMEA) представляет собой систематизированный и взаимосвязанный процесс оформления в табличной форме результатов анализа последствий от отказов оборудования в технологическом процессе или отдельной системе (пример см. таблицу А.2).

В отчете перечисляются все члены рабочей группы и информация, использованная при подготовке отчета, а также в отчете приводятся сделанные группой рекомендации и обоснование по каждой рекомендации. Могут быть рекомендации по дополнительным исследованиям для решения возникших соображений (например, применение метода «дерева событий» для оценки величины рисков), тогда эти исследования идут как приложения к отчету.

### **Учебный пример и упражнение по FMEA**

В этом примере рассмотрим реактор, где происходит непрерывный процесс получения целевого продукта с выделением тепла. Рассмотрим оборудование для этой системы, которое может выйти из строя (или неправильно эксплуатироваться), а также последствия отказов для технологического процесса.

В анализ будут включены только такие компоненты как сам реактор, температурные каналы, логический блок, клапаны и приводы клапанов. Последствия в этой задаче заключаются в нарушении условий, приводящие к выходу из-под контроля экзотермической реакции в реакторе. На рисунке С.1 приводится упрощенная схема системы для учебной задачи.

Мы рассмотрим такие типы отказов как выход из строя вентилялей V1 и V2 в положении «открыто», «закрыто», подтекание вентилялей и отказ тепловых выключателей в системе температурных каналов.

Все тепловые выключатели – температурные ключи КТАП (1-3) установлены на размыкание при одной и той же температуре (превышение). Каждый температурный канал имеет свой датчик температуры (Т), свой преобразователь (ПТ) и температурный ключ (КТАП).

Защита от нарушения условий, приводящих к выходу из-под контроля экзотермической реакции в реакторе обеспечивается двумя клапанами сброса, которые должны открываться и резко охлаждать реакционную смесь в наполненном водой поглотителе. Клапаны приводятся в действие пневматикой и управляются логическим блоком выбора. Логический блок выбора (ЛБВ) подает на клапаны команду открыться, когда, по крайней мере, два из трех каналов измерения температуры указывает на превышение заданного параметра.

Наблюдения из результатов изучения собранных данных дают следующую предварительную информацию:

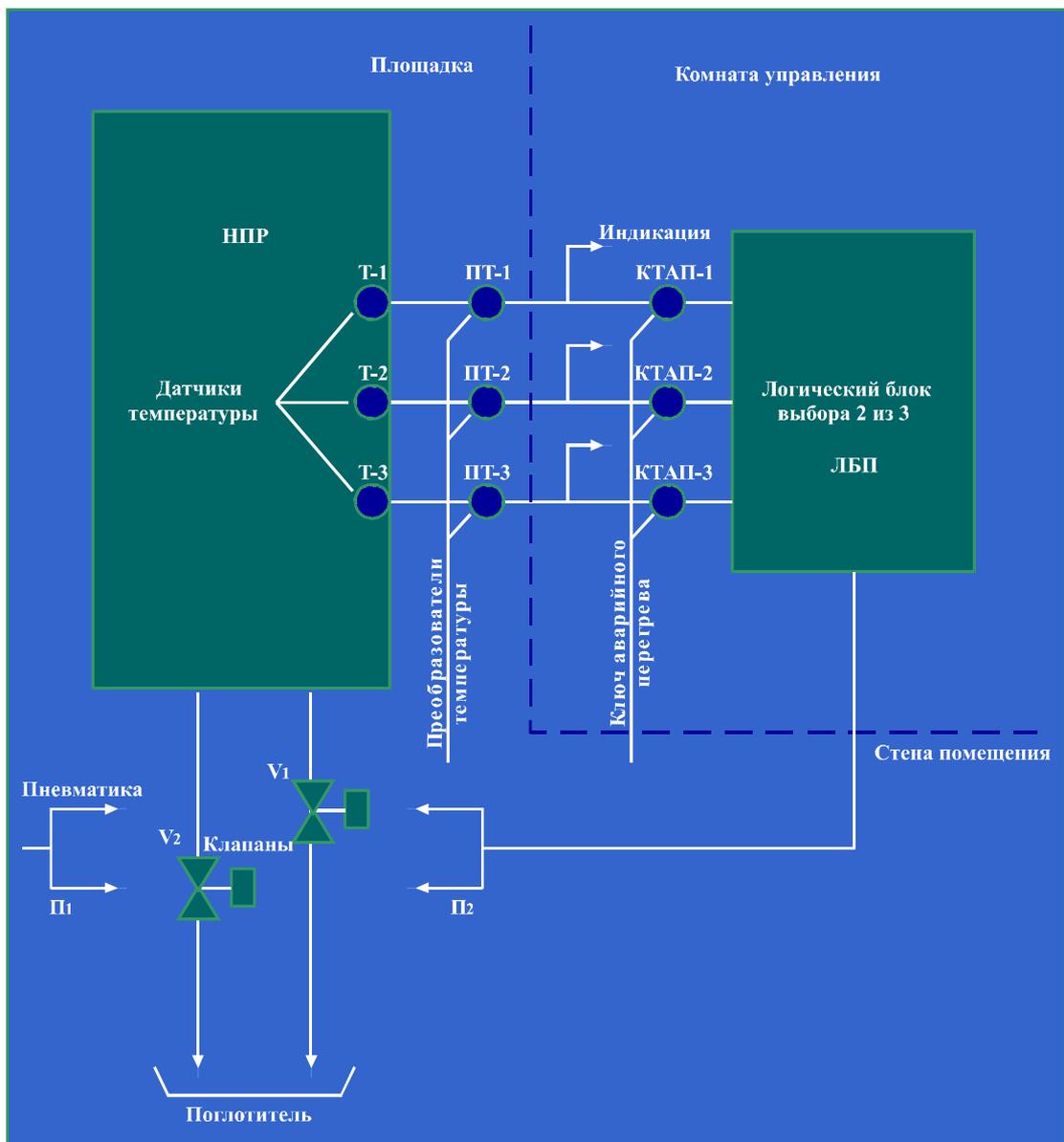
- около 70% всех отказов клапанов, используемых в этом виде работы, включало блокировку потока, вызванную закупоркой входа или внутренних частей клапана материалом;
- большинство отказов, включающих тепловые выключатели, были связаны с операциями по обслуживанию (например, неправильная установка задания).

Каждый квартал все температурные клапаны проверяются и калибруются в один и тот же день. Температурный индикатор в комнате управления позволяет выявлять отказы датчика или преобразователя. Логический блок выбора не рассчитан на открытие клапанов при отключении энергии.

Система пневматики, обеспечивающая привод обоих пневматических клапанов, работает надежно и рассматриваться не будет. Внешние явления, такие как землетрясения, пожары, наводнения не рассматриваются в данном примере.

Представление обзора проводится через заполнение типовой формы (см. Таблицу А.1). Затем проводится документирование результатов.

Рисунок Схема системы учебной задачи для обследования непрерывного процесса в проточном реакторе (НПР)



### Задание

С помощью метода обследования типов отказов и анализа их последствий (FMEA) проведем оценку опасности химического процесса получения аммофоса с целью выдачи рекомендаций по уменьшению опасностей для работающих на установке.

На рисунке С.2 представлен химический процесс DAP [16] с маркировкой оборудования в соответствии с диаграммой последовательности операций (P&ID). Процесс представляет собой реакцию нейтрализации раствора аммиака фосфорной кислотой, которые поступают из двух отдельных емкостей, конечный продукт собирается в приемный бак хранения:



В данном примере мы можем рассмотреть по отдельности системы подачи фосфорной кислоты и аммиака и работу самого реактора, где происходит реакция, или систему в целом. Рассмотрение отдельных компонентов системы проводится с учетом выявления типов отказов и

их влияния на другие компоненты оборудования данного технологического процесса. В то же время, подразумевается воздействие на процесс в целом.

#### **Раздел 4 Управление риском при формировании стратегии развития предприятия.**

### **Лекция 25. Стратегия устойчивого развития предприятия и программа мероприятий по снижению риска.**

#### **25.1. Предотвращение аварий. Противоаварийные мероприятия.**

Анализ промышленной безопасности предприятия позволяет сделать вывод о приемлемости или неприемлемости уровня риска. В случае необходимости разрабатываются меры по снижению уровня риска, которые включают:

- Соблюдение правил безопасности при разработке проектной документации;
- Использование безопасных материалов и технологий при эксплуатации объекта;
- Использование эффективных систем контроля за технологическими процессами на объектах;
- Соблюдение правил эксплуатации;
- Специальное обучение и переподготовка персонала производственных объектов;

К мероприятиям по ограничению масштабов ущерба относятся:

- Создание систем оповещения о чрезвычайных ситуациях персонала и населения;
- Применение технических средств, ограничивающих действие поражающих факторов;
- Подготовка средств и мероприятий по защите людей.

#### **25.2. Помощь пострадавшим.**

Помощь пострадавшим осуществляется в рамках оперативного медицинского обеспечения

При проведении анализа затрат-выгод обычно требуется, чтобы затраты и выгоды изучаемой деятельности были выражены в одинаковых единицах измерения.

Анализ риска имеет дело с возможными потерями человеческих жизней. Затраты на введение нового барьера безопасности или меры по снижению риска в общем случае довольно легко оценить. Выгода от введения нового барьера состоит в том, что он позволит сохранить человеческие жизни – одну или несколько.

Если бы было возможно дать денежную оценку человеческой жизни, то было бы несложно определить затраты на спасение одной жизни. Если спасение одной жизни стоило бы, скажем, 1000 долларов США, то лишь немногие компании колебались бы, вводить ли новый барьер. Если это стоит 10 миллионов долларов США, то, скорее всего, барьер не будет установлен.

Некоторые компании и организации делали попытку выразить ценность человеческой жизни в денежной форме, но мы не рекомендуем такой подход. Это на самом деле очень щекотливый вопрос и сложно найти человека, компетентного принять решение о величине денежного эквивалента. Были предприняты попытки опроса самих работников предприятия, во сколько они оценивают свою жизнь. К сожалению, ни один из ответов не оказывается существенно полезным.

Если в США на рабочем месте погибает человек, то его родственники почти наверняка подадут в суд на работодателя. Если работодатель будет признан виновным, то он может понести серьезный финансовый ущерб, а также нанести урон для своей репутации. Поэтому американские работодатели, скорее всего, будут стремиться вкладывать средства в создание барьеров, препятствующих возникновению несчастных случаев.

Такой сценарий маловероятен в России, Японии или в развивающихся странах. Работодатели этих стран менее склонны вкладывать средства в создание барьеров безопасности. Означает ли это, что жизнь американца ценнее, чем жизнь японца или индуса? Некоторые различия можно объяснить особенностями культуры и, конечно же, не существует однозначного ответа. Это не тот вопрос, который хотели бы обсуждать работодатели, работники или даже политики.

Следовательно, нужно иметь метод определения стоимости барьеров без необходимости денежной оценки человеческой жизни.

### **25.3. Система и концепция системы управления безопасностью.**

Управление безопасностью предприятия строится на основе стратегии, которая разрабатывается исходя из объема собственных рисков и с учетом требований законодательства в области промышленной безопасности.

Построение стратегии разбивают на 2 этапа

1 этап. Обеспечение соблюдения законодательных норм в области промышленной безопасности.

- Разработка декларации промышленной безопасности
- Снижение риска до требуемых пределов
- Осуществление мер по ограничению размеров возможного ущерба в случае аварии;
- Формирование резервов на случай возникновения неблагоприятной ситуации;
- Страхование ответственности в требуемых законодательством пределах.

2 этап. Осуществление дополнительных мероприятий по управлению риском исходя из объема риска и возможностей предприятия.

- Создание полномасштабного фонда риска;
- Личное страхование персонала предприятия;

- Страхование имущества предприятия, финансовых и коммерческих рисков.

## **Лекция 26. Документирование анализа рисков**

### **26.1. Декларирование безопасности. Содержание декларации безопасности на примере декларации нефтеперерабатывающего завода.**

В данном разделе приводятся два примера деклараций безопасности – для небольшого нефтеперерабатывающего завода и для хранилища холодного аммиака.

Декларация безопасности для нефтеперерабатывающего завода

В 1998 году нефтеперерабатывающий завод представил последнюю версию декларации безопасности, содержащей информацию по всему предприятию. Она была подготовлена при содействии компании COWI Consulting Engineers. На предприятии существует собственное подразделение, занимающееся вопросами безопасности и система управления безопасностью, которые используются для обеспечения производственной безопасности.

Нефтеперерабатывающий завод неизменно выполнял все требования органов управления, специально уполномоченных в области промышленной безопасности, поэтому большой объем информации, необходимой для подготовки декларации безопасности, уже существовал на предприятии в различных документах. Нефтеперерабатывающий завод располагает большим опытом руководства работами по анализу опасностей на производстве, таких как исследования HAZOP, и потому обычно проводит эту работу без помощи консультантов.

Принимая во внимание сказанное выше, работа консультантов сводилась к следующему:

- сбор информации, необходимой для декларации безопасности;
- отбор выявленных сценариев аварий;
- написание декларации безопасности;
- обновление материалов, с включением информации по новым цехам завода

### **26.2. Структура декларации безопасности**

Декларация безопасности состоит из основного текста отчета и четырех приложений:

- Декларация безопасности – основной отчет
- Приложение №1 «Общее описание процессов переработки»
- Приложение №2 «Выявленные опасности и меры по их устранению»
- Приложение №3 «Сценарии аварий (оценка последствий)»
- Приложение №4 «Управление безопасностью».

Такая структура декларации облегчает внесение дополнений и обновлений в соответствии с изменениями происходящими на предприятии. Получение любой информации об этом возможно только в том случае, если она содержится в письменном тексте документа, так как никакие резюме по нему не готовятся. Например, основной отчет не включает краткого описания приложений, если не считать некоторых исключений.

*Исходные данные. Структура декларации. Содержание декларации.*

В Основном отчете содержится описание завода, используемых опасных веществ, местоположения предприятия и конкретных опасностей, планов действий в чрезвычайных ситуациях, осмотров текущего ремонта. Данная информация излагается в сжатой форме и занимает около 25 страниц. Прилагается список всех пунктов Приложения №2 Директивы Seveso, со ссылкой на их применение к параграфам отчета.

«Общее описание процессов переработки» содержит общее описание производственных процессов на нефтеперерабатывающем заводе в целом и детальное их описание для отдельных цехов. По каждому процессу на заводе представлены диаграммы технологического процесса, большинство которых составлены работниками предприятия. Описание также затрагивает природоохранные аспекты, например, загрязнение воды и воздуха, шумы.

«Выявленные опасности и меры по их устранению» состоит из двух основных частей. В первой части приводится описание основных опасностей (например, утечка углеводородов при температуре выше температуры самовоспламенения) и мер по их предотвращению (например, завод располагает собственным пожарным депо и противопожарным водоснабжением). Вторая часть содержит описание специфических опасностей и мер безопасности для каждой производственной установки (например, ректификационной установки). Описания составляются в форме сценариев аварий, например:

«Нагреватели сырой нефти оснащены байпасами и клиновыми задвижками. Тепловое расширение сырой нефти в заблокированных нагревателях может вызвать взрыв. Поэтому на нагревателях установлены предохранительные клапаны, сбрасывающие избыточное тепло в безопасную зону» (сокращенная версия)

«Сценарии аварий» включают общее описание последовательных сценариев ситуаций, которые могут возникнуть на предприятии, таких как струйное пламя или горение пролива. Затем следует оценка последствий для выбранных сценариев. Большая часть оценок заимствованы из предыдущих деклараций безопасности данного завода.

#### Основная литература

1. Моткин Г.А. Основы экологического страхования - М.: Наука, 1996.
2. Гражданский кодекс РФ. Часть вторая.
3. Методика расчета тарифных ставок по рисковым видам страхования. Утверждена распоряжением Федеральной службы РФ по надзору за страховой деятельностью. №02-03-36 от 08.07.93.
4. Типовое положение о порядке добровольного экологического страхования в Российской Федерации.//Закон - 1993.-№3, С.41-48.
5. Федеральный закон от 21.07.1997 г. №116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".
6. Закон РФ от 27.11.1992 г. №4015-1 (ред. От 25.04.2002) «Об организации страхового дела в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступающими в силу с 1.07.2002).
7. Порфирьев Б.Н. Управление в чрезвычайных ситуациях: проблемы теории и практики. Итоги науки и техники. Серия "Проблемы безопасности: чрезвычайные ситуации" Т. 1. М.: ВИНТИ, 1991.-204 с..
8. Порфирьев Б.Н. Экологическая экспертиза и риск технологий// Итоги науки и техники. Сер. Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов, т.27.- М.: ВИНТИ, 1990.- 204 с.
9. Хохлов Н.В. Управление риском. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999.- 239 с.
10. Закон Нижегородской области от 20.08.1997 г. №83-З "Об экологическом страховании в Нижегородской области".
11. Косариков А.Н., Козлов С.И. Система регионального обязательного экологического страхования. М.: Труды академии водохозяйственных наук РФ. Вып. 6. М.:1998

#### Дополнительная литература

12. Экологическое страхование в России (Официальные документы, научные разработки, экспериментальные оценки). Под ред. А.А. Аверченкова, В.П. Грошева, Г.А. Моткина. М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской федерации. Институт проблем рынка РАН. 226 с.
13. Федеральный закон от 21.07.1997 г. № 117-ФЗ (ред. от 10.01.2003) «О безопасности гидротехнических сооружений».
14. Ефимов С.А. Экономика и страхование: энциклопедический словарь. М.: ЦЕРИХ-ПЭЛ, 1996.- 328 с.
15. Шевченко Ж.А. К вопросу о функционировании системы экологического страхования в Нижегородской области //Городское хозяйство и экология. – 1998. - № 2. - С. 80-85.

16. Шевченко Ж.А. Некоторые численные показатели, характеризующие функционирование системы экологического страхования //Труды аспирантов Ниж. гос. арх.-строит. университета. Сб. 2. Н.Новгород, ННГАСУ, 1998 - С. 40-47.
17. Шевченко Ж.А. К вопросу определения тарифных ставок по экологическому страхованию //Нижегородский институт экономического развития. Вестник экономических реформ. - 2001. - № 12 - С. 65-71.
18. Методические рекомендации по составлению декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта. РД 03-357-00. М.: Госгортехнадзор России. ГП научно-технической центр по безопасности в промышленности. 2000-97 с.
19. Методика определения предотвращенного экологического ущерба. М.: 1999- 61 с.
20. РД 08-120-96. Методические указания по проведению анализа риска опасных промышленных объектов.
21. ПБ 09-170-97. Общие правила взрывобезопасности для взрыво- пожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.
22. ПБ 03-182-98. Правила безопасности для наземных складов жидкого аммиака.
23. ПБ 13-01-92. Единые правила безопасности при взрывных работах.
24. НПБ 105-95. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. — М.: ГУГПС МВД России.
25. НПБ 107-97. Определение категорий наружных установок по пожарной опасности. — М.: ГУГПС МВД России.
26. РД 52.04.253-90. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транс- порте (утв. ШГО СССР).
27. Методика оценки последствий химических аварий (методика «ТОКСИ»), согласованная Госгортехнадзором России (письмо от 03.07.98 # 10-03/342), НТЦ «Промышленная безопасность», 1999.
28. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей, согласованная Госгортехнадзором России (письмо от 03.07.98 #10-03/342), НТЦ «Промышленная безопасность». 1999.
29. Методика прогнозирования инженерной обстановки на территории городов и регионов при чрезвычайных ситуациях.— М.: в/ч 52609, 1991 г.
30. Методическое пособие по прогнозированию и оценке химической обстановки в чрезвычайных ситуациях. — М.: ВНИИ ГОЧС, 1993.
31. Методика оценки последствий землетрясений./Сборник методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий в РСЧС (книга 1), М.: МЧС России, 1994.

32. Сборник методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий в РСЧС (книги 1 и 2), М.: МЧС России, 1994.
33. Предупреждение крупных аварий. Практическое руководство. Разработано при участии ЮНЕП, МБТ и ВОЗ/Пер. с англ. Под ред. Э.В. Петросянца. М.: МП «Рапор», 1992. — 256 с.
34. Manual of Industrial Hazard Assessment Techniques. Office of Environmental and Scientific Affairs. The World Bank. (Методика Всемирного банка оценки опасности промышленных производств).
35. Оценка химической опасности технологических объектов. Методические рекомендации. Новомосковский институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов химической промышленности, Тула, 1992.
36. Стандарт МЭК «Техника анализа надежности систем. Метод анализа вида и последствий отказов». Публикация 812 (1985 г.). М.: 1987. — 23 с.
37. ИЕС 1025: 1990 — Fault tree analysis (FTA) / Стандарт МЭК «Анализ дерева неполадок», 1990.
38. ГОСТ Р 27.310-93. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения.
39. Временные рекомендации по разработке планов локализации аварийных ситуаций на химико-технологических объектах. (Госгортехнадзор СССР, 05.07.90).
40. РД «Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах». Утверждено АК «Транс- нефть», приказ от 30.12.99 № 152; согласовано Госгортехнадзором России, письмо от 07.07.99 № 10-03/418.
41. Отраслевое руководство по анализу и управлению риском, связанным с техногенным воздействием на человека и окружающую природную среду при сооружении и эксплуатации объектов добычи, транспорта, хранения и переработки угле- водородного сырья с целью повышения их надежности и безопасности. 1-я редакция. / РАО «Газпром», 1996. — 209 с.
42. Найдено В.В., Иванов А.В., Макарова Т.Г. и др. Методика учета предотвращенного ущерба здоровью населения на основе микротерриториальной оценки риска. Нижний Новгород. 2001
43. Косариков А.Н., Козлов С.И. Виртуальный мир экологического мониторинга. Нижний Новгород: Промис, 2000.- 272 с.
44. Ивченко Б.П., Мартыщенко Л.А. Информационная экология Часть 1. Оценка риска техногенных аварий и катастроф. Статистическая интерпретация экологического мониторинга. Моделирование и прогнозирование экологических ситуаций. СПб.: Нордмед-Издат, 1998 - 208 с.

45. Быков А.А., Соленова Л.Г., Земляная Г.М., Фурман В.Д. Методические рекомендации по анализу и управлению риском воздействия на здоровье населения вредных факторов окружающей среды. М.: Издательство "АНКИЛ", 1999 - 72 с.
46. Киселев А.В., Фридман К.Б. Оценка риска здоровью. Санкт-Петербург.: Дейта, 1997. - 104 с.
47. Сафонов В.С., Одишария Г.Э., Швыряев А.А. Теория и практика анализа рисков в газовой промышленности. М.: НУМЦ Минприроды России, 1996 - 208с.
48. Методические и нормативно-аналитические основы экологического аудирования в Российской Федерации. Учебное пособие по экологическому аудированию. Ч.3. М.: Эльзевир, 2000. - 432 с.
49. Экономика природопользования на предприятиях. Сб. статей. - М.: ИМАКС ВНИИЦ "Экология", 1992. – 201 с.
50. Бринчук М.М. Экологическое право (право окружающей среды). – М.: Юристъ, 1998. – 688 с.
51. Косариков А.Н. Многоукладная экология: экономические проблемы обеспечения экологической сбалансированности. - Нижний Новгород, 1998. – 116 с.
52. Львовская К.Б., Ронкин Г.С. Окружающая среда и рыночная экономика: проблемы регионального управления.// Экономика и математические методы. - 1991.- Т.27.- Вып. 4.- С. 680-685.
53. Социально-правовые механизмы природопользования (Анализ концепций и подходов): Аналит. обзор / Ю.Г. Марков, В.Н. Турченко, Е.А. Чиркин, С.А. Юрков; РАН Сиб. отделение. ГПНТБ; Ин-т философии и права. - Новосибирск, 1995. - 150 с.
54. Потравный И. «Эконацбанк» помогает сохранить окружающую среду.// Зеленый мир. – 1997.- №2.- С. 6
55. Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и природопользование в России. - М.: Финансы и статистика, 1995. - 528 с.
56. Тархов П.В., Соколова О.П. Проблемы социально-экономической обоснованности экологического страхования.// Труды Первой Всероссийской конференции "Теория и практика экологического страхования", М., 1995. - С. 107-110
57. Коптюг В.А. Итоги Конференции ООН по окружающей среде и развитию [Рио-де-Жанейро (Бразилия), июнь 1992 г.]///Мир науки. – 1992.- Т.36.- №4.- С. 1-7
58. Моткин Г.А. Экологическое страхование.// Российский экономический журнал. - 1993. - №5.- С. 91-97
59. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования: Учебное пособие. – М.: ТЕИС, 1997. - 272 с.

