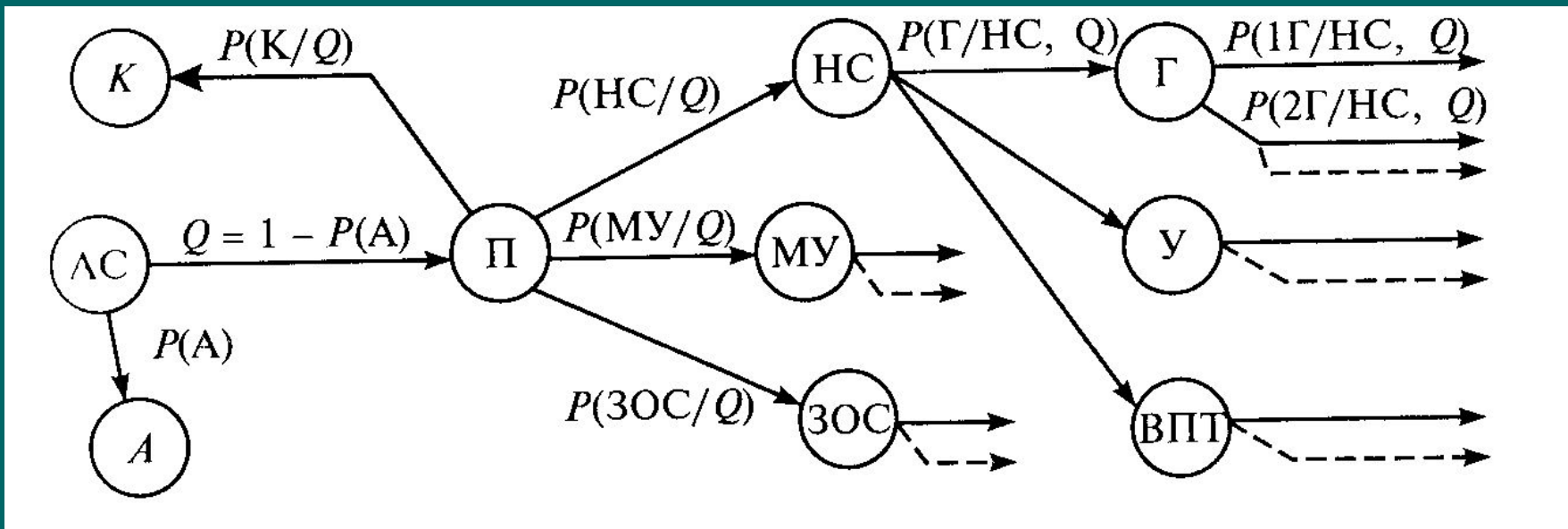


**МОДЕЛИРОВАНИЕ И  
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ  
ПРОЦЕССА ТРАНСФОРМАЦИИ И  
РАЗРУШИТЕЛЬНОГО  
ВОЗДЕЙСТВИЯ АВАРИЙНО  
ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ**

## **8.1. Особенности моделирования и системного анализа процесса трансформации и воздействия потоков энергии и вредного вещества**

Определение характера возможной трансформации (взрыв, горение, испарение-конденсация) химически опасного вещества и разрушительного воздействия потоков энергии, возникших в результате подобных превращений или аварийно высвободившихся, связано с необходимостью учета большого числа факторов и параметров. Одни из них должны отражать специфику вредного выброса из объектов техносферы, другие – состав и те характеристики людских, материальных и природных ресурсов, которые определяют их стойкость по отношению к соответствующим воздействиям.



Граф проявления ущерба от аварийности и травматизма

$$Y_k = \sum_j P(*) P(Y_j/*) Y_j \quad (8.1)$$

$$M[Y] = \sum_{k=1}^m C_m^k P^k (1 - P_k)^{m-k} \sum_j P_j P(Y_j/*) Y_j \quad (8.2)$$

Изучение перечисленных параметров подтверждает сложность и трудоемкость априорной количественной оценки соответствующего риска. Т.е. одни и те же объекты из состава людских, материальных и природных ресурсов реально подвержены одновременному воздействию случайных и систематических вредных выбросов сразу от нескольких близлежащих предприятий региона.

Прогноз можно осуществить лишь после принятия ряда упрощающих *допущений* (1 особенность) в только что показанных зависимостях. А направлены они должны быть либо на возможность перехода от условных вероятностей к безусловным, а от действительного ущерба – к среднему, либо на приравнивание первых нулю или единице, а вторых – между собой.

Вторая особенность: *неопределенность*, которая присуща причинению техногенного ущерба некоторым ресурсам и необходимость ее учета при выборе исследовательского инструментария.

Третья особенность используемых моделей и методов: некоторые из них не могут не быть *полуэмпирическими*.

Будем использовать методы прогноза техногенного ущерба, основанные на различных функциях, параметры которых правомерно использовать лишь для конкретного: а) поражающего фактора; б) подвергнутого его воздействию ресурса; в) только для определенной степени возможного при этом ущерба.

Невозможность создания довольно общих и универсальных моделей проявилась в еще одной особенности рассматриваемого аналитического аппарата – широком применении *метода сценариев*.

$$M_{\tau} [Y] = \sum_{k=1}^m Q_{kc} Y_{kc} \sum_{l=1}^n Q_{lh} Y_{lh} \quad (8.3)$$

$$M_{\tau} [Y] = \sum_{k=1}^3 (Q_{kq} \ddot{I}_{kq} F_k S_k) + \sum_{k=1}^3 (\ddot{I}_{kd} F_k S_k) \quad (8.4)$$

Еще одна *особенность* моделирования и системного анализа рассматриваемой здесь стадии процесса причинения техногенного ущерба: применение для прогноза вероятности  $Q_{kq}$  причинения различным ресурсам ущерба конкретной степени тяжести будут использованы пробит и эрфик функции и количественные критерии, опубликованные лишь в самое последнее время, а также дефицит информации о параметрах типа «пороговая доза».

**Вероятность смерти людей различного возраста  
от ожогов кожного покрова**

Относительная площадь пора- жения кожного покрова, %	Возраст человека, лет						
	5—9	15—19	25—29	35—39	45—49	55—59	65—69
Более 93	1	1	1	1	1	1	1
83—87	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1
73—77	0,7	0,8	0,8	0,9	1	1	1
63—67	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1
53—57	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1
43—47	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1
33—37	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8
23—27	0	0	0	0,1	0,2	0,3	0,6
13—17	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3
3—7	0	0	0	0	0	0	0,1

**Последствия разрушительного воздействия воздушной ударной волны**

Избыточное давление, кПа	Характер разрушений здания	Доля людей, получивших травмы, %			Ущерб зданию, % от общей стоимости
		крайне тяжелые	тяжелые	средней тяжести	
1—3	Слабые	—	0,1—0,3	3—7	5—10
3—6	Средние	0,1—0,3	0,5—1,5	5—15	10—20
6—9	Сильные	0,5—1,5	3—7	15—25	40—60
30—60	Полное	5—10	15—20	40—60	100—150*



Статистические данные, характеризующие достаточно устойчиво проявляющиеся соотношения между различными способами высвобождения энергии пролитых углеводородных топлив:

в 35 % случаев это обычно завершается взрывом образовавшегося облака;

в 35 % - воспламенением с образованием огненного шара;

в 10 % - его постепенным выгоранием;

в 20 % случаев имеет место медленное испарение пролива без воспламенения образовавшейся при этом топливовоздушной смеси.

## 8.2. Моделирование и системный анализ процесса разрушительного воздействия аварийно-опасных веществ

Достоинство пробит и эрфик-функций: возможность одновременного прогноза не только тяжести причиняемого определенным объектам техногенного ущерба  $Y_{kc}$  и  $Y_{IH}$ , но и вероятностей  $Q_{kc}$ ,  $Q_{IH}$  и  $Q_{kq}$  его причинения потоками конкретного вида энергии или вредного вещества.

При оценке вероятности радиоактивного или токсического поражения человека и других биоособей под поглощенной ими ингаляционной токсической дозой либо экспозиционной дозой радиационного облучения следует понимать величину  $DP(\underline{r})$ , рассчитываемую по следующей универсальной формуле:

$$DP(\underline{r}) = \int_{t_{II}}^{t_K} c(\underline{r}, t) dt = \bar{c}(\underline{r})\tau \quad (8.5)$$

$$\text{Prob} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\text{Pr}(DP)} e^{-\frac{\lambda^2}{2}} d\lambda; \quad \text{Prob} = 0,5 \left[ 1 + \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{\text{Pr}(DP)-5}{\sqrt{\pi}}} e^{-x^2} d\lambda \right] \quad (8.6)$$

$$\text{Pr}(DP) = \alpha + \beta \ln D(\underline{r}) + \gamma \ln \tau = \alpha + \beta \ln D \left[ \bar{c}(\underline{r})\tau^{k+1} \right] \quad (8.7)$$

Еще два достоинства:

функция (8.6) не содержит эмпирических коэффициентов, следовательно, связь между  $\text{Prob}$  и  $\text{Pr}(DP)$  может быть заблаговременно представлена графически или таблично ; выражение (8.7) не только удобно для практического использования, но и имеет достаточно четкое обоснование. В первом случае имеется в виду следующее: рассматриваемая зависимость может быть выражена как линейно по отношению к своим параметрам, так и с помощью степенного сомножителя, что облегчает их статистическое оценивание либо интерполяцию; во втором – то, что она включает все существенные для радио- и токсикологии факторы (полученную дозу и период экспозиции), а правая часть этого выражения совершенно адекватна средней.

### Значения эрфик-функции $\text{Prob}(Pr)$

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,86	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,56	6,64	6,75	6,88	7,05	7,19
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

09/10/2023

14

09/10/2023

15

09/10/2023

16



09/10/2023

17

09/10/2023

18

09/10/2023

19