



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

# НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК

ОСНОВЫ ТЕОРИИ И  
ПРАКТИКИ  
ТЕХНОГЕННОГО РИСКА





## Понятие техногенного риска

При решении комплексных вопросов безопасности в развитых странах широко применяется методология риска, основу которой составляет определение последствий и вероятности нежелательных событий.

Используя количественные показатели риска, в принципе можно «измерять» потенциальную опасность и даже сравнивать опасности различной природы.

При этом в качестве показателей опасности обычно понимают индивидуальный или социальный риск гибели людей (или, в общем случае, причинения определенного ущерба).



В широком смысле слова риск выражает возможную опасность, вероятность нежелательного события.

Применительно к проблеме безопасности жизнедеятельности таким событием может быть:

- ухудшение здоровья или смерть человека,
- авария или катастрофа технической системы или устройства,
- загрязнение или разрушение экологической системы,
- гибель группы людей или возрастание смертности населения,
- материальных ущерб от реализовавшихся опасностей или увеличения затрат на безопасность.



Аналитически риск выражает частоту реализации опасностей по отношению к возможному их числу. В общем виде

$$R = \frac{N(t)}{Q(f)},$$

где  $R$  – риск;

$N$  – количественный показатель частоты нежелательных событий в единицу времени  $t$ ;

$Q$  – число объектов риска, подверженных определенному фактору риска  $f$ .

Вероятность возникновения опасности – величина, существенно меньшая единицы.



Ожидаемый (прогнозируемый) риск  $R$  – это произведение частоты реализации конкретной опасности  $f$  на произведение вероятностей нахождения человека в «зоне риска» при различном регламенте технологического процесса:

$$R = f \prod_i^n p_i (i = 1, 2, 3 \dots n) ,$$

где  $f$  – число несчастных случаев (смертельных исходов) (чел<sup>-1</sup>·год<sup>-1</sup>) от данной опасности. (Для отечественной практики  $f = Kч \cdot 10^{-3}$ , т. е. соответствует значению коэффициента частоты  $n$  несчастного случая  $Kч$ , деленного на 1000);

$\prod p_i$  – произведение вероятностей нахождения работника в «зоне риска».



Формирование опасных и чрезвычайных ситуаций – результат определенной совокупности факторов риска, порождаемых соответствующими источниками.

Соотношение объектов риска и нежелательных событий позволяет различать:

- индивидуальный,
- техногенный,
- экологический,
- социальный
- экономический риск.



*Техногенный риск* – комплексный показатель надежности элементов техносферы. Он выражает вероятность аварии или катастрофы при эксплуатации машин, механизмов, реализации технологических процессов, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений:

$$R_T = \frac{\Delta T(t)}{T(f)}$$

где  $R_T$  – технический риск;

$\Delta T$  – число аварий в единицу времени  $t$  на идентичных технических системах и объектах;

$T$  – число идентичных технических систем и объектов, подверженных общему фактору риска  $f$ .



Источники технического риска:

- низкий уровень научно-исследовательских и
- опытно-конструкторских работ;
- опытное производство новой техники;
- серийный выпуск небезопасной техники;
- нарушение правил безопасной эксплуатации технических систем.



Наиболее распространенные факторы технического риска:

- ошибочный выбор по критериям безопасности направлений развития техники и технологий;
- выбор потенциально опасных конструктивных схем и принципов действия технических систем;
- ошибки в определении эксплуатационных нагрузок; неправильный выбор конструкционных материалов;
- недостаточный запас прочности;
- отсутствие в проектах технических средств безопасности;
- некачественная доводка конструкции, технологии, документации по критериям безопасности;



- отклонения от заданного химического состава конструкционных материалов;
- недостаточная точность конструктивных размеров;
- нарушение режимов термической и химико-термической обработки деталей;
- нарушение регламентов сборки и монтажа конструкций и машин;
- использование техники не по назначению;
- нарушение паспортных (проектных) режимов эксплуатации;
- несвоевременные профилактические осмотры и ремонты;
- нарушение требований транспортирования и хранения.



## Методология анализа и оценки риска

Методологическое обеспечение анализа риска – это совокупность методов, методик и программных средств, позволяющих всесторонне выявить опасности и оценить риск чрезвычайной ситуации, источником которой может являться промышленный объект.

Выполнение требований к методологическому обеспечению анализа опасностей и риска необходимо для повышения точности и объективности результатов исследования опасностей промышленного объекта, а также для повышения эффективности выработки мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций.



Оценка риска – это анализ происхождения (возникновения) и масштабы риска в конкретной ситуации.

Математическое выражение риска  $P$  – это соотношение числа неблагоприятных проявлений опасности  $n$  к их возможному числу  $N$  за определённый период времени, т. е.

$$P=n/N.$$



Помимо этого используется понятие «степень риска»  $R$ , т. е. вероятность наступления нежелательного события с учётом размера возможного ущерба от события.

Степень риска можно представить как математическое ожидание величины ущерба от нежелательного события:

$$R(m) = \sum_{i=1}^n p_i m_i,$$

где  $p_i$  – вероятность наступления события, связанного с ущербом;

$m_i$  – случайная величина ущерба, причинённого экономике, здоровью

и т. п.



Принято различать:

- индивидуальный риск – вероятность гибели человека при данном виде деятельности;
- социальный риск – зависимость числа погибших людей от частоты возникновения события, вызывающего поражение этих людей.



Анализ риска проводится по следующей общей схеме:

1. Планирование и организация;
2. Идентификация опасностей;
  - 2.1. Выявление опасностей;
  - 2.2. Предварительная оценка характеристик опасностей;
3. Оценка риска;
  - 3.1. Анализ частоты;
  - 3.2. Анализ последствий;
  - 3.3. Анализ неопределенностей;
4. Разработка рекомендаций по управлению риском.