

УДК 502.5/8 (075.8) + 628.1 + 628.32.001.7

Иманбеков С.Т., Ибраимова Э.Б.
*Кыргызско-Российский Славянский Университет,
Бишкек, Кыргызстан*

ОЦЕНКА ОЖИДАЕМОЙ ЧАСТОТЫ РАЗРУШЕНИЯ ЗДАНИЙ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Аннотация

В статье приводится методика оценки риска и ожидаемой частоты разрушений зданий в зависимости от чрезвычайной ситуации. Указанные показатели определяют экономический ущерб с учётом относительного уровня уязвимости (подверженность авариям) зданий и коэффициента уязвимости.

Ключевые слова: оценка риска, чрезвычайная ситуация, уязвимость, экономический ущерб, безопасность, надёжность здания.

ӨЗГӨЧӨ КЫРДААЛДАР УЧУРУНДАГЫ ИМАРАТТАРДЫН БУЗУЛУШУНДА КҮТҮЛГӨН ЖЫШТЫККА БАА БЕРҮҮ

Кыскача мазмуну

Макалада өзгөчө кырдаалдардан улам имараттардын бузулуу тобокелдигине жана күтүлгөн жыштыгына баа берүү методикасы келтирилет. Белгиленген көрсөткүчтөр имараттардын аялыгын (аварияга туш болуусун) жана аярлык коэффициенттеринин салыштырмалуу деңгээлин эске алуу менен тартыла турган экономикалык чыгымдарды аныкташат.

Негизги сөздөр: тобокелдикти баалоо, өзгөчө кырдаал, алсыздыгы, экономикалык зыян, коопсуздук, имараттын ишенимдүүлүгү.

ASSESSMENT OF EXPECTED FREQUENCY OF BUILDING DESTRUCTIONS IN EMERGENCY SITUATIONS

Abstract

A method of risk assessment and the expected rate of building destructions, depending on the emergency situations, are presented. These indicators determine the economic damage, taking into account the relative level of vulnerability (susceptibility to accidents) and the coefficient of building vulnerability.

Keywords: risk assessment, emergency situation, vulnerability, economic damage, safety, building reliability.

При оценке ожидаемой частоты разрушения зданий в условиях чрезвычайных ситуаций, управление рисками является важнейшим направлением в подготовке превентивных мер в области защиты зданий, обеспечивающих их устойчивое

функционирование, минимизацию возможных экономических ущербов в результате наступления разрушений на объектах (зданиях).

Основные предпосылки определены требованиями в области анализа и управления рисками. При этом основой является методика по формированию факторов, определения их стабильного воздействия на объекты, методика управления рисками с целью обеспечения достаточно надёжного уровня функционирования объекта, его особенностей, восприимчивостью к различным видам факторов, вызывающих аварии [1].

Риски должны быть выражены не только в стоимостных показателях, в виде экономических ущербов, но и в социальных и других показателях или индикаторах. Например, ухудшение окружающей среды, здоровья людей, гибель или болезни людей, частота аварий и пр.

Поэтому риск можно рассматривать как совокупный фактор вероятности возникновения нежелательного события и его последствий. На практике применяются такие показатели риска как: частота свершения опасных событий (частота аварий), допустимые и недопустимые частоты опасных событий.

При этом следует понимать, что риски имеют два уровня:

а) **допустимый** - это максимальный, нормативно-определённый, т.е. установленный официальными нормативными документами уровень риска опасного события или аварии;

б) **недопустимый** - это уровень риска опасного события или аварии, превышающий допустимую максимальную норму.

Таким образом, риск - это сочетание частоты (или вероятности возникновения) и последствий определённого опасного события (аварии), т.е. понятие риска всегда включает два элемента:

- частоту, с которой осуществляется опасное событие (авария);
- последствия этого события.

Тогда под риском следует понимать ожидаемую частоту или вероятность возникновения опасностей определённого уровня или же размер возможного ущерба (убытки, потери, вред) от нежелательного события, или же определённую комбинацию этих величин.

При оценке рисков рекомендуется использовать следующие методы:

- **качественный** (показатели, характеризующие вероятность реализации влияния риска на объект - устанавливается экспертным методом; используется для оценки нефинансовых последствий реализации риска);

- **интервальный** (вероятность и последствия реализации риска выражаются при помощи интервала значений; критерии и шкалы оценки интервала значений определяются специальными локальными нормативными документами);

- **количественный** (вероятность и последствия реализации риска выражаются при помощи точных числовых значений либо функциональными зависимостями (математическими моделями)).

Учитывая тот факт, что риск есть мера опасности, это позволяет перевести риск в опасное событие (авария; разрушение), т.е. в разряд измеряемых категорий.

Необходимо помнить, что формирование опасных и чрезвычайных ситуаций, это результат определённой совокупности наступления риска, вызванный соответствующими факторами влияния.

Правительством Кыргызской Республики в соответствии с Законом Кыргызской Республики «О Гражданской защите» утверждена классификация чрезвычайных ситуаций и критерии их оценки [2]. Данная классификация определяет организационно-правовые нормы оценки чрезвычайных ситуаций по степени их тяжести и регулирует отношения, возникающие в процессе деятельности органов государственного управления, местного самоуправления Кыргызской Республики, организаций, предприятий и учреждений,

независимо от форм собственности, в области Гражданской защиты населения.

Для правильной оценки ожидаемой частоты разрушения здания (или авария на объекте) следует различать понятия чрезвычайной ситуации и стихийного бедствия:

а) **чрезвычайная ситуация** - событие, отличающееся масштабностью, охватывающей значительную территорию и угрожающая большому числу людей. Деление ситуаций на экстремальную ситуацию и чрезвычайную ситуацию носит условный характер, разграничений в республике по их размеру пока нет. В целом, чрезвычайные ситуации можно рассматривать как совокупность чрезвычайных и экстремальных ситуаций, которую называют опасной ситуацией. В основе экстремальной и чрезвычайной ситуаций лежит остаточный риск, вытекающий из истины о потенциальной опасности любой деятельности человека.

б) **стихийные бедствия** - это опасные явления или процессы геофизического, геологического, гидрологического, атмосферного и другого происхождения таких масштабов, при которых возникают катастрофические ситуации, характеризующиеся внезапным нарушением жизнедеятельности людей, разрушением и уничтожением материальных ценностей. Стихийные бедствия, как правило, приводят к авариям и катастрофам в промышленности, на транспорте, в коммунально-энергетическом хозяйстве и других сферах жизнедеятельности человека.

Алгоритм механизма подготовки методики оценки ожидаемой частоты разрушения здания при чрезвычайных ситуациях должен включать следующие этапы работ [1, 3]:

1. Выявление видов и анализ чрезвычайных ситуаций, характерных для рассматриваемого района, промышленного объекта, здания, населённого пункта, района, области, согласно указанной выше классификации чрезвычайных ситуаций.

2. Сбор и анализ информации (отчётной, статистической, литературной, научной, проектной и др.).

3. Планирование и организация работ по анализу риска на основе приведённых выше в п.п. 1 и 2 данных.

4. Проведение работ по идентификации рисков и опасностей.

5. Выявление и анализ факторов влияния (воздействия). Выбор значимых факторов влияния (их ранжирование).

6. Оценка и анализ рисков и ожидаемой частоты разрушения здания (аварий на объекте) на основании данных п.п. 4 и 5.

7. Разработка рекомендаций по уменьшению риска возникновения аварии, т.е. разработка методики управления риском при управлении устойчивостью функционирования здания в условиях чрезвычайных ситуаций.

Оценку ожидаемой частоты аварий на объекте рекомендуется проводить на основе оценки ожидаемых частот аварий на опасных составляющих (базовый элемент; вспомогательный объект) объекта, включающих ожидаемые частоты по формулам:

а) в целом для здания (на объект):

$$f_{a, KC} = \sum_{i=1}^n f_{a, KC}^i + f_{a, СВК} \quad , \quad (1)$$

б) отдельно на вспомогательном объекте здания:

$$f_{a, O} = \sum_{m=1}^{M_o} f_{a, O}^m \quad , \quad (2)$$

в) отдельно на базовом элементе здания (объекта):

$$f_{a, N} = \sum_{n=1}^{M_n} f_{a, n}^n \quad , \quad (3)$$

$n=1$

где:

$f_{a, КС}$, $f_{a, O}$, $f_{a, N}$ - соответственно ожидаемые частоты аварий в целом на объекте, на отдельных вспомогательных объектах и на отдельно базовых элементах вспомогательных объектов.

M_o , M_n - количество базовых элементов в целом на объекте, либо отдельно на вспомогательных объектах.

При оценке безопасности объектов относительно показателя частоты аварийности можно также применять метод, основанный на новом подходе по оценке безопасности здания (объекта) с точки зрения показателя оценки физического износа конструкций, элементов или инженерных систем зданий [4]. В частности, физический износ конструкции, элемента или системы, имеющих различную степень износа отдельных участков, определяется по формуле:

$$\Phi_k = \sum_{i=1}^n \Phi_i * (P_i / P_k) \quad (4)$$

Φ_k - физический износ конструкции, элемента или системы, в %;

Φ_i - физический износ участка конструкции, элемента или системы, в %;

P_i - размер (площадь или длина) повреждённого участка, в m^2 или м;

P_k - размер всей конструкции, в m^2 или м;

n - количество повреждённых участков.

При этом физический износ здания в целом, следует определять по формуле:

$$\Phi_z = \sum_{i=1}^m \Phi_{ki} * k_i,$$

где: (5)

Φ_z - физический износ здания, в %;

Φ_{ki} - физический износ отдельной конструкции либо отдельного элемента здания, или отдельной системы, в %;

k_i - коэффициент, соответствующий доле восстановительной стоимости отдельной конструкции, отдельного элемента или системы, в общей восстановительной стоимости здания;

m - количество отдельных конструкций и элементов или систем в здании.

Предположим, что количество опасных факторов влияния определённого вида, связанного с эксплуатацией объекта равно $N_{фв}$, а общее количество факторов влияния на данный объект равно $N_{общ.фв}$ за один и тот же промежуток времени (например, в течение одного квартала t_i).

Тогда через отношение (6) можно определить величину r_{ij} , которая характеризует **относительный уровень уязвимости** (подверженность авариям) здания:

$$r_{ij} = \sum_{i=1}^n N_{фв} / \sum_{j=1}^m N_{общ.фв}, \quad (6)$$

где:

n - количество аварий определённого вида за период t_i ;

m - количество всех видов аварий за период t_i .

При этом целесообразно по уравнению (7) определить коэффициент k_g , характеризующий уровень затратности в случае подверженности здания риску и определённому виду аварий:

$$k_g = S_{ij \text{ пред. мер}} / U_{ij \text{ tot}}, \quad (7)$$

где:

$S_{ij \text{ пред. мер}}$ - затраты на предупреждение рисков или определённого вида аварий;
 $U_{ij \text{ tot}}$ - общий экономический ущерб от рисков или определённого вида аварий.

Таким образом, чем меньше показатель k_g (т.е. чем k_g ближе к 0), тем здание (объект) в большей степени подвержено риску определённого вида аварии, что в итоге приведёт к соответствующим экономическим убыткам или ущербам.

Показатель k_g также показывает соответствующую **долю затратности** от определённого вида аварии, в общей стоимости затрат, связанных с общим количеством аварий.

Тогда коэффициент уязвимости $k_{\text{уязв}}$ здания (объекта) от определённого вида чрезвычайной ситуации можно рассматривать в следующем виде:

$$k_{\text{уязв}} = k_g * r_{ij}. \quad (8)$$

В связи с вышеизложенным, при определении величины предполагаемого полного экономического ущерба (U_{tot}), которая по методике [5] может быть рассчитана по формуле (9) как сумма прямого и косвенного экономического ущерба, рекомендуется применять коэффициент $k_{\text{уязв}}$.

$$U_{\text{tot}} = U_{\text{прямой}} + (A * U_{\text{косв}}), \quad (9)$$

где:

A - коэффициент приведения разновременных затрат (коэффициент дисконтирования);

$U_{\text{прямой}}$ - прямой экономический ущерб, определяемый по [6];

$U_{\text{косв}}$ - косвенный экономический ущерб, определяемый по [6].

Тогда расчётное значение полного экономического ущерба с учётом уязвимости здания (объекта) можно определить по уравнению:

$$U_{\text{tot. расч}} = f(U_{\text{tot}}; k_{\text{уязв}}). \quad (10)$$

В данном случае предлагается рассмотреть принципиально новый подход к формированию методов управления безопасностью зданий (объектов) с точки зрения профилактики и предупреждения рисков, аварий и снижения их частоты.

На рис. 1 приведена схема-график, показывающий взаимосвязь таких параметров как «Риск - R_{ij} », «Ущерб - U_{ij} » и «Затраты на мероприятия по снижению или предупреждению рисков (аварий) - S_{ij} », т.е. материальные затраты на предупредительные (превентивные) мероприятия.

Согласно графика, в виде примера, можно рассмотреть следующие варианты возможных событий.

I. Вариант, когда для здания (объекта) не предпринимаются превентивные (профилактические) мероприятия по предупреждению рисков (аварий).

I.1. Предположим, что при воздействии на элементы объекта различных факторов влияния, расчётный показатель риска R_a будет минимальным и объём возможного экономического ущерба также будет иметь минимальное значение U_a (на графике $R_a \rightarrow \ll a \gg \rightarrow U_a$).

I.2. В случае, когда расчётный показатель риска R_b будет имеет максимальное значение, объём возможного экономического ущерба также возрастёт до максимального значения U_b (на графике $R_b \rightarrow \ll б \gg \rightarrow U_b$).

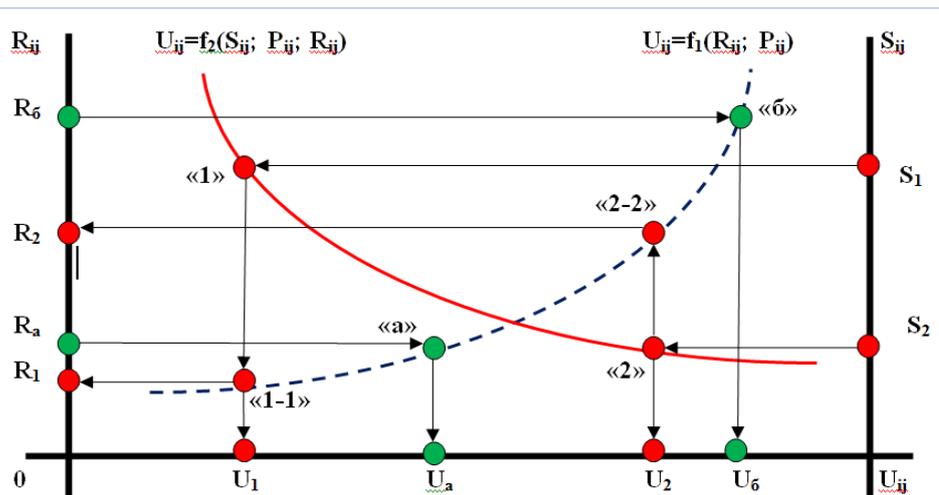


Рис. 1. Схема-график зависимости параметров «Риск», «Ущерб» и «Затраты на мероприятия».

1.3. Приведённые выше варианты «1.1» и «1.2» в данном случае должны описываться уравнением вида:

$$U_{ij} = f_1(R_{ij}; P_{ij}). \quad (11)$$

Таким образом, связь между параметрами U_{ij} и R_{ij} очевидна через вероятностную характеристику P_{ij} , показывающую реальную связь событий и факторов влияния, которые привели к рисковому состоянию на объекте.

II. Вариант, когда на производстве превентивные мероприятия по предупреждению рисков предпринимаются.

II.1. В случае когда затраты максимальны S_1 (с учётом затрат на мероприятия по предупреждению рисков), используя уравнение:

$$U_{ij} = f_2(S_{ij}; P_{ij}; R_{ij}) . \quad (12)$$

Тогда можно сделать вывод, что будет достигнуто максимальное снижение возможного экономического ущерба U_1 при минимизации расчётного показателя риска R_1 (на графике $S_1 \rightarrow \langle 1 \rangle \rightarrow \langle 1-1 \rangle \rightarrow U_1 \rightarrow R_1$).

II.2. В случае когда затраты минимальны S_2 , используя уравнение (12) можно сделать вывод, что будет иметь место значительное повышение возможного экономического ущерба U_2 при повышении расчётного показателя риска R_2 (на графике $S_2 \rightarrow \langle 2 \rangle \rightarrow \langle 2-2 \rangle \rightarrow U_2 \rightarrow R_2$).

В данном случае связь между параметрами S_{ij} , P_{ij} , U_{ij} и R_{ij} также очевидна.

В обоих вариантах можно отметить, что на объектах следует регулярно проводить мониторинг, сбор и анализ данных по авариям, их частоте, характеристикам элементов объектов и своевременно принимать соответствующие меры по снижению наступления случаев рискованных ситуаций и принятия мер по их минимизации с целью оптимизации экономических ущербов на объекте.

Таким образом, повышение надёжности функционирования здания (объекта) при чрезвычайных ситуациях требует увеличения материальных затрат. В связи с этим требования к надёжности функционирования здания (объекта) должны быть экономически обоснованы.

Необходимо учитывать тот факт, что увеличение затрат на повышение надёжности и безопасности здания (объекта) должно оправдываться снижением материальных затрат и экономических ущербов, вызываемых возможными отказами элементов здания (объекта) от воздействия на них различных факторов влияния, приводящих к рискам.

Таким образом, при определении прогнозного показателя экономического ущерба « $U_{ij \text{ tot. расч}}$ » на объекте, определяемого по формуле (10), следует в уравнениях (11) и (12) использовать коэффициент $k_{\text{уязв}}$, а именно:

$$U_{ij \text{ tot. расч. 1}} = f_1(R_{ij}; P_{ij}; k_{\text{уязв}}) \quad (13)$$

$$U_{ij \text{ tot. расч. 2}} = f_2(S_{ij}; P_{ij}; R_{ij}; k_{\text{уязв}}). \quad (14)$$

Далее, на основании рекомендаций [3, 7] следует разработать методику управления рисками для всех видов чрезвычайных ситуаций, характерных для данной местности. При этом риски должны определяться при условии их идентификации и ранжирования.

Используя коэффициент уязвимости здания (объекта) $k_{\text{уязв}}$ от чрезвычайной ситуации и показатель относительного уровня уязвимости r_{ij} , можно прогнозировать возможный уровень рискованных ситуаций с оценкой возможных экономических ущербов и ожидаемой частоты аварий (разрушений) на здании (объекте).

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что основная цель данного подхода заключается в упрощении методики оценки надёжности здания (объекта) с точки зрения его безопасности.

Литература

1. Иманбеков С.Т., Бозов К.Д. Управление рисками в инженерных системах (Учебник для ВУЗов (с грифом МОиН КР)). - Бишкек: Изд-во КРСУ, 2011. - 180 с.
2. Постановление Правительства Кыргызской Республики от 17 ноября 2011 года № 733 «Об утверждении классификации чрезвычайных ситуаций и критериев их оценки в Кыргызской Республике».
3. Управление безопасностью функционирования инженерных систем (наружное водоотведение) в кризисных ситуациях природного и техногенного характера. Иманбеков С.Т. //Журнал «Инженер», 2012, № 3 и 4. - с. 64-69.
4. Правила оценки физического износа жилых зданий ВСН 53-86 (р). /Госгражданстрой. - М.: Прейскурантиздат, 1988. - 72 с.
5. Оценка экономического ущерба при чрезвычайных ситуациях. Иманбеков С.Т., Ибраимова Э.Б. //Журнал «Вестник КГУСТА», 2012, Выпуск № 4 (38). - с. 69-79.
6. Оценка экономического ущерба при чрезвычайных ситуациях. Иманбеков С.Т., Ибраимова Э.Б. //Научно-информационный журнал «Материаловедение», 2012, № 1. - с. 98-109.
7. Управление безопасностью функционирования инженерных систем в кризисных ситуациях природного или техногенного характера. Иманбеков С.Т. // Журнал «Вестник КРСУ», 2012, том 12, № 7. - с. 61-64.