

УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ (НАРУЖНОЕ ВОДООТВЕДЕНИЕ) В КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

Иманбеков С.Т.

Кыргызский научно-исследовательский и проектный институт сейсмостойкого строительства, Бишкек, Кыргызстан, ist14@mail.ru

Аннотация: В статье отражены вопросы управления безопасностью функционирования объектов народного хозяйства в кризисных ситуациях природного и техногенного характера.

Ключевые слова: просадочные грунты, грунтовые воды, тектонические разломы, сложный рельеф, чрезвычайные ситуации, стихийное бедствие, экономический ущерб.

SAFETY MANAGEMENT OF ENGINEERING SYSTEMS (EXTERNAL DRAINAGE) IN NATURAL AND MAN-MADE CRISIS SITUATIONS

Imanbekov, S.T.

Kyrgyz research and design Institute
earthquake-resistant construction, Bishkek, Kyrgyzstan

Annotation: The article deals with the issues of safety management of functioning of national economy objects in crisis situations of natural and technogenic nature.

Key words: subsidence, ground water, tectonic faults, difficult terrain, emergencies, natural disasters, economic damage.

В Кыргызской Республике вопросы управления безопасностью функционирования объектов народного хозяйства в кризисных ситуациях природного и техногенного характера имеют особую актуальность. Территория Кыргызской Республики относится к зоне с высокой сейсмической активностью и характеризуется в основном 8 и 9 балльной сейсмичностью. Из 194 населенных пунктов, включенных в действующий нормативный документ по сейсмостойкому строительству (СНиП КР 20-02:2009 «Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования»), 74 находятся в зонах возможных очагов землетрясений с интенсивностью сейсмических воздействий 9 и более 9 баллов.

В числе указанных населенных пунктов находятся 9 городов, 16 районных центров и поселков городского типа, 49 сел. Кроме того, 27 населенных пунктов, расположенных в зоне с расчетной сейсмичностью 9 баллов, имеют неблагоприятные инженерно-геологические условия (просадочные грунты, высокий уровень грунтовых вод, тектонические разломы, сложный рельеф и т.д.). К таким условиям относятся и около 30% территории г. Бишкек. В указанных населенных пунктах проживает около 3 млн. человек, т.е. почти 63% населения Республики. Таким образом, риск возникновения чрезвычайной ситуации в результате стихийного бедствия или техногенной аварии реален и весьма высок.

Анализ информации из источника [3] показывает, что в среднем за год происходит от 46 (1991) до 439 (2010) чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий, экономический ущерб от которых составляет от 14168,0 тыс. сом (1999) до 100078,0 тыс. сом (2008). Используя математическое выражение (1) можно определить прогнозируемый уровень экономического ущерба ($У_{\text{ш}_i}$) от возможных чрезвычайных ситуаций:

$$У_{\text{ш}_i} = 2,1924 \cdot t^4 - 46,097 \cdot t^3 + 327,29 \cdot t^2 - 879,33 \cdot t + 3327,5, \quad (1)$$

где t^n - период времени, который определяется по формуле:

$$t^n = t_{\text{тек}} - t_{\text{исх}}, \quad (2)$$

где $t_{\text{тек}}$ - текущий период времени (рассматриваемый год);

$t_{\text{исх}}$ - исходный период времени (отчетный год, от которого ведется расчет экономического ущерба).

Частота (количество) произошедших землетрясений на территории Кыргызской Республики составляет от 3 (1993) до 44 (2008) [3]. Среднее количество ожидаемых землетрясений за год можно рассчитать по полиномиальному выражению (3):

$$N_{\text{земл}} = 0,0004 \cdot t^4 - 0,0207 \cdot t^3 + 0,3912 \cdot t^2 - 2,4622 \cdot t + 15,04, \quad (3)$$

где t^n - см. формулу (1).

С целью снижения возможных экономических ущербов от чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий необходимо эффективно управлять безопасностью в кризисных ситуациях природного и техногенного характера. Известно, что управление безопасностью производится в 4 этапа, а именно: оценка рисков, определение факторов влияния, оценка экономического ущерба и выбор метода управления рисками. В соответствии с [2] указанные четыре этапа могут быть определены следующим образом:

Оценка рисков. Риск - совокупный фактор вероятности возникновения нежелательного события и его последствий [4]. В соответствии с действующими понятиями применяются такие показатели риска как: частота свершения опасных событий (рисков), допустимые и недопустимые частоты опасных событий (рисков). При этом следует понимать, что риск допустимый это максимальная, нормативно-определенная, т.е. установленная официальным нормативным документом величина риска опасного события, а риск недопустимый это величина риска опасного события, превышающая допустимую максимальную норму.

Количественные показатели риска:

Индивидуальный риск - частота поражения отдельного индивидуума в результате воздействия исследуемых факторов опасности.

Коллективный риск - ожидаемое количество смертельно травмированных в результате возможных аварий за определенный период времени.

Потенциальный территориальный риск - пространственное распределение частоты реализации негативного воздействия определенного уровня.

Социальный риск - зависимость частоты событий F , в которых пострадало на том или ином уровне число людей, больше определенного N , от этого определенного числа людей.

Для обеспечения качества анализа риска необходимо выполнение следующих общих требований: планирование и организация работ; идентификация опасностей; оценка риска; разработка рекомендаций по уменьшению риска (управление риском).

Исследование риска для населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на основе вероятностного метода могут проводиться по разным методикам. В частности: статистическая, когда вероятности определяются по имеющимся статистическим данным (при их наличии); теоретико-вероятностная, используемая для оценки рисков от редких событий, когда статистика практически отсутствует; эвристическая, основанная на использовании субъективных вероятностей, получаемых с помощью экспертного оценивания (используется при оценке комплексных рисков от различных опасностей, когда отсутствуют не только статистические данные, но и математические модели либо модели слишком грубы, т.е. их точность низка).

Формирование опасных и чрезвычайных ситуаций - результат определенной совокупности факторов риска, порождаемых соответствующими источниками. Применительно к проблеме безопасности жизнедеятельности таким событием может быть ухудшение здоровья или смерть человека, авария или катастрофа технической системы или устройства, загрязнения или разрушение экологической системы, гибель группы людей или возрастания смертности населения, материальный ущерб от реализовавшихся опасностей или увеличения затрат на безопасность.

Каждое нежелательное событие может возникнуть по отношению к определенной жертве - объекту риска. Соотношение объектов риска и нежелательных событий позволяет различать индивидуальный, технический, экологический, социальный и экономический риск [5]. Каждый вид его обуславливают характерные источники и факторы риска, классификация и характеристика которого приведены в таблице 1.

Определение факторов влияния. Источники и факторы экологического, индивидуального, технического и социального риска приведены соответственно в таблицах 2, 3, 4 и 5.

Оценка ущерба. В Кыргызской Республике для оценки величины ущерба используется «Единая межведомственная методика оценки ущерба от чрезвычайных ситуаций техногенного, природного и террористического характера» [1].

Классификация и характеристика видов риска Таблица 1

№	Вид риска	Объект риска	Источник риска	Нежелательное событие
1	2	3	4	5
1	Индивидуальный	Человек	Условия жизнедеятельности человека	Заболевание, травма, инвалидность, смерть.
2	Технический	Технические системы и объекты	Техническое несовершенство, нарушение правил эксплуатации технических систем и объектов	Авария, взрыв, катастрофа, пожар, разрушение.
3	Экологический	Экологические системы	Антропогенное вмешательство в природную среду, техногенные чрезвычайные ситуации	Антропогенные экологические катастрофы, стихийные бедствия.
4	Социальный	Социальные группы	Чрезвычайные ситуации, снижение качества жизни	Групповые травмы, заболевания, гибель людей, рост смертности.
5	Экономический	Материальные ресурсы	Повышенная опасность производства или природной среды	Увеличение затрат на безопасность, ущерб от недостаточной защищенности.

Источники и факторы экологического риска Таблица 2

№	Источник экологического риска	Наиболее распространенный фактор экологического риска
1	Антропогенное вмешательство в природную среду	Разрушение ландшафтов при добыче полезных ископаемых; образование искусственных водоемов; интенсивная мелиорация; истребление лесных массивов.
2	Техногенное влияние на окружающую природную среду	Загрязнение водоемов, атмосферного воздуха вредными веществами, почвы отходами производства; изменение газового состава воздуха; энергетическое загрязнение биосферы.
3	Природное явление	Землетрясение, извержение вулканов, наводнение, ураган, ландшафтный пожар, засуха.

Источники и факторы индивидуального риска

Таблица 3

№	Источник индивидуального риска	Наиболее распространенный фактор риска смерти
1	Внутренняя среда организма человека	Наследственно-генетическая, психоматическое заболевание, старение.
2	Виктимность	Совокупность личностных качеств человека как жертвы потенциальных опасностей.
3	Привычки	Курение, употребление алкоголя, наркотиков, иррациональное питание.
4	Социальная экология	Некачественный воздух, вода, продукты питания, вирусные инфекции, бытовые травмы, пожары.
5	Профессиональная деятельность	Опасные и вредные производственные факторы.
6	Транспортные сообщения	Аварии и катастрофы транспортных средств, их столкновения с человеком.
7	Непрофессиональная деятельность	Опасности, обусловленные любительским спортом, туризмом, другими увлечениями.
8	Социальная среда	Вооруженный конфликт, преступление, суицид, убийство.
9	Окружающая природная среда	Землетрясение, извержение вулкана, наводнение, оползни, ураган и другие стихийные бедствия.

Источники и факторы технического риска

Таблица 4

№	Источник технического риска	Наиболее распространенные факторы технического риска
1	Низкий уровень НИР	Ошибочный выбор направлений развития техники и технологии по критериям безопасности.
2	Низкий уровень НИОКР	Выбор потенциально опасных конструктивных схем и принципов действий технических систем. Ошибки в определении эксплуатационных нагрузок. Неправильный выбор конструкционных материалов. Недостаточный запас прочности. Отсутствие в проектах технических средств безопасности.
3	Опытное производство новой техники	Некачественная доводка конструкций, технологии, документации по критериям безопасности.
4	Серийный выпуск небезопасной техники	Отклонение 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.
5	Нарушение правил безопасной эксплуатации технических систем	Использование техники не по назначению. Нарушение паспортных режимов эксплуатации. Несвоевременные профилактические осмотры и ремонты. Нарушение требований транспортирования и хранения.
6	Ошибки персонала	Слабые навыки действия в слож.сит. Неумение оценивать информацию о состоянии процесса. Слабое знание сущности происходящего процесса. Отсутствие самообразования в условиях стресса. Недисциплинированность.

Источники и факторы социального риска

Таблица 5

№	Источник социального риска	Наиболее распространенные факторы социального риска
1	Урбанизация экологически неустойчивых территорий	Поселение людей в зонах возможного затопления, образование оползней, селей ландшафтных пожаров, извержение вулканов, повышенной сейсмичности региона.
2	Промышленные технологии и объекты повышенной опасности	Аварии на АЭС, ТЭС, химических комбинатах, продуктопроводах и т.п. Транспортные катастрофы. Техногенное загрязнение окружающей среды.
3	Социальные и военные конфликты	Боевые действия. Применение оружия массового поражения.
4	Эпидемии	Распространение вирусных инфекций.
5	Снижение качества жизни	Безработица, голод, нищета. Ухудшение медицинского обслуживания. Низкое качество продуктов питания. Неудовлетворительные жилищно-бытовые условия.

Методика может быть использована при: определении величины финансового обеспечения гражданской ответственности собственников (эксплуатирующих организаций) за вред, причиненный в результате аварии опасного объекта, при составлении деклараций безопасности, планировании аварийно-спасательных работ, а также при обосновании мероприятий, снижающих негативные последствия аварий; страховании гражданской ответственности собственников опасных объектов (эксплуатирующих организаций) за вред, причиненный в результате аварий на этих объектах, для определения размера страховой суммы; планировании аварийно-спасательных работ; обосновании мероприятий, снижающих негативные последствия аварий; прогнозировании размеров сумм, необходимых для возмещения вреда от аварии опасного объекта и ликвидации ее последствий. В соответствии с существующей классификацией возникающих ущербов юридическая и нормативно-техническая документация по оценке ущерба от чрезвычайных ситуаций разделяется на четыре блока, применение которых производится отдельно в соответствии с масштабами и объемами ущерба, причиненного чрезвычайной ситуацией, или в полной совокупности - при установлении факта причинения комплексного ущерба.

Прямой ущерб. К прямому экономическому ущербу от какого-либо воздействия относятся выраженные в стоимостной форме затраты, потери и убытки, обусловленные именно этим воздействием в данное время и в данном конкретном месте. Это единовременные затраты, направленные на проведение спасательных работ; затраты по эвакуации, временному размещению, переселению людей из зоны бедствия, оказанию им срочной медицинской помощи; единовременные выплаты пострадавшим и их семьям; стоимость разрушенных или нарушенных природных ресурсов; остаточная стоимость всего движимого и недвижимого имущества (жилищного фонда, коммунально-бытовой инфраструктуры, коммуникаций, товаров и нереализованной продукции, основных и оборотных фондов предприятий всех форм собственности).

Под прямым ущербом зачастую предлагается понимать потери, возникающие в экономике в текущем воспроизводственном цикле и выраженные в виде ухудшения соответствующих показателей социально-экономического развития по годовым итогам. Все остальные виды потерь относят к косвенным потерям, т.е. непосредственно не влияющим на результаты работы экономики в текущем году. Под фактическим экономическим ущербом понимаются потери, имевшие место в результате чрезвычайных ситуаций и подлежащие оценке в стоимостном выражении.

Косвенный ущерб. К косвенному экономическому убытку от какого-то действия относятся вынужденные затраты, потери, убытки, обусловленные вторичными эффектами (действиями или бездействиями, порожденными первичным действием) природного, техногенного или террористического характера.

Косвенный ущерб, в отличие от прямого, может проявляться через длительный, от момента первичного действия, отрезок времени; он не имеет четко выраженной территориальной принадлежности и носит, по большей части, так называемый «каскадный эффект», т.е. вторичные действия (бездействия) порождают следующую серию действий (бездействий) и, соответственно, косвенных ущербов. Косвенный экономический ущерб может быть оценен на основе данных физического и прямого экономического ущерба. Однако он, как правило, не поддается (в отличие от прямого экономического ущерба) прямому расчету на основе документальных данных. Главной составляющей косвенного ущерба для самого юридического и физического лица является упущенная непосредственно им

выгода в связи с прекращением или приостановкой деятельности вследствие чрезвычайных ситуаций техногенного, природного характера или террористической деятельности.

Полный ущерб. Возникновение долговременных потерь от чрезвычайных ситуаций в значительной степени зависит от состояния мобильности национальной экономики. Для состояния экономического кризиса вероятность увеличения долговременности последствий возрастает, поэтому для таких стран как Кыргызстан расчет дисконтированного ущерба весьма актуален. Дисконтированные оценки должны отражать стоимость будущих потерь сегодня. Полный ущерб V_k с учётом дисконтирования можно рассчитать по следующей формуле:

$$V_k = (V_{kr} / (1 + t))^R, \quad (4)$$

где t - ставка дисконтирования;

R - жизненный цикл ликвидации последствий;

k - год чрезвычайной ситуации.

Полный ущерб является суммой прямого и косвенного ущербов. Полный ущерб определяется на конкретный момент времени и является промежуточным, по сравнению с общим ущербом, который определится количественно в отдаленной перспективе. Полный экономический ущерб, которым сопровождается ЧС, исходя из вышеизложенного, может быть определен как сумма прямого экономического ущерба и косвенного экономического ущерба. Расчетные зависимости представлены формулой:

$$U = U^p + (A * U^k), \quad (5)$$

где A - коэффициент приведения разновременных затрат (коэффициент дисконтирования); U - экономический ущерб от чрезвычайных ситуаций; U^p - прямой экономический ущерб; U^k - косвенный экономический ущерб.

Прогноз ущерба. Анализ и прогнозирование экономического ущерба от чрезвычайной ситуации осуществляется с разными целями и для решения самых различных прикладных задач, в том числе, как для научно-исследовательских целей, так и для обоснования практических решений, принимаемых при обосновании и осуществлении мероприятий, направленных на предупреждение и ликвидацию чрезвычайной ситуации, при выделении на эти цели соответствующих ассигнований.

Выбор метода управления рисками. Разработка рекомендаций по уменьшению риска (управлению риском) - заключительный этап анализа риска. Рекомендации могут признать существующий риск приемлемым или указывать меры по уменьшению риска (или, в общем случае, меры по его управлению). Меры по уменьшению риска могут иметь технический или организационный характер. В выборе типа меры решающее значение имеет общая оценка действенности мер, влияющих на риск.

При разработке мер по уменьшению риска необходимо учитывать, что, вследствие возможной ограниченности ресурсов, в первую очередь должны разрабатываться простейшие и связанные с наименьшими затратами рекомендации, а также меры на перспективу. Во всех случаях, где это возможно, меры уменьшения вероятности аварии должны иметь приоритет над мерами уменьшения последствий аварий. Это означает, что выбор технических и организационных мер для уменьшения опасности имеет следующие приоритеты: а) меры уменьшения вероятности возникновения аварийной ситуации; б) меры уменьшения тяжести последствий аварии. Иными словами, при равной возможности реализации рекомендаций, первоочередными мерами обеспечения безопасности являются меры предупреждения аварии.

Для управления риском обычно используется подход, основанный на субъективных суждениях и игнорирующий социально-экономические аспекты, которые в значительной степени определяют уровень безопасности личности и общества. В целях устойчивого развития общества, т.е. обеспечения безопасности человека и окружающей его среды требуется методика, основанная на количественном анализе риска и последствий от принимаемых решений. Эти решения принимаются в рамках системы управления риском.

В данном случае необходимо разработать график зависимости снижения показателя ущерба (U_i) от временного параметра (T_i). Данный график (рис. 1) показывает динамику уменьшения величины расчетного ущерба и перечень конкретных мероприятий по снижению ущерба (U_i) в течение определенного времени ($T_i = 1-10$ лет), которые должны выполняться в расчетные промежутки времени (ΔT_i).

В конце работы формируются выводы по совершенствованию системы снижения и смягчения ущерба от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

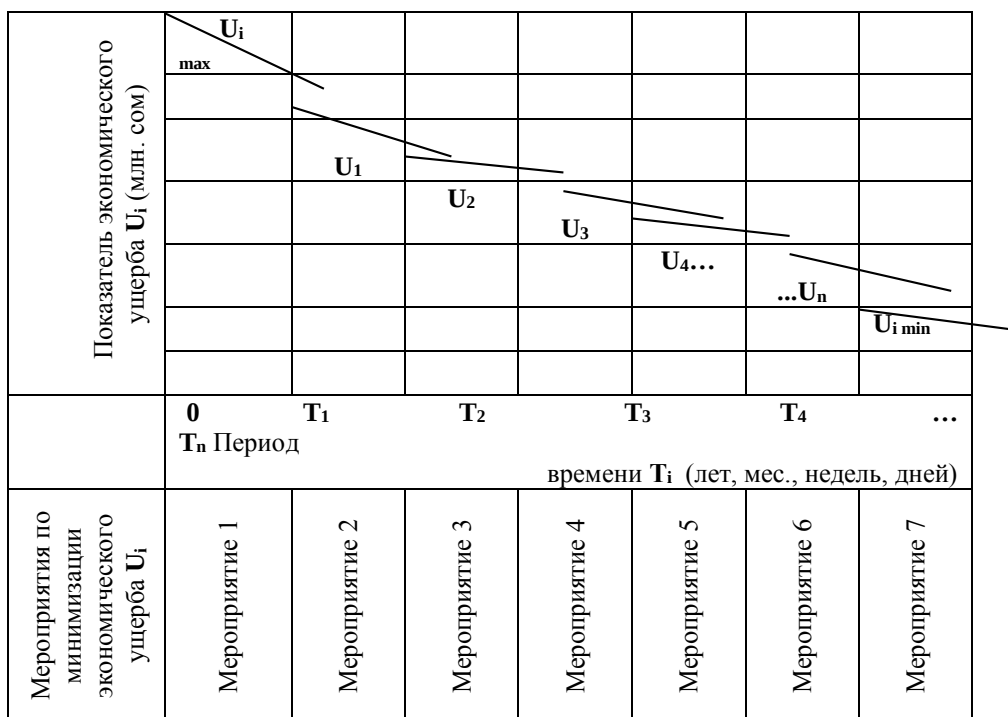


Рис. 1. Мероприятия по управлению риском R_i и минимизации ущерба U_i в зависимости от времени T_i

Использованная литература

1. Единая межведомственная методика оценки ущерба от чрезвычайных ситуаций техногенного, природного и террористического характера, а также классификации и учета чрезвычайных ситуаций - М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2004 г. (Утверждена и одобрена на XXII заседании Межгосударственного Совета по ЧС и природного и техногенного характера в 2008 году).
2. Иманбеков С.Т., Бозов К.Д. Управление рисками в инженерных системах. - Б.: Изд-во КРСУ, 2011. - 180 с.
3. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики. (Изд. 8-е с изм. и доп.). - Б.: МЧС КР, 2011. - 718 с.
4. Проектирование зданий и сооружений в сейсмических районах / С.К. Уранова, С.Т. Иманбеков, Г.В. Косивцов и др. / Под ред. Т.О. Ормонбекова. - Б.; 1996. - 212 с.
5. Постановление Правительства Кыргызской Республики № 702 от 29 ноября 2000 года «Классификация чрезвычайных ситуаций и критерии их оценки».