

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вершиник Ю. Н., Левчиненко А. Г., Репих Л. Н., Федорова З. Н. Электросопротивление клинкерных материалов и их гидратов. Труды Сибирского НИИ энергетики-Новосибирск. ЦБТИ, вып. 2, 1964.
2. Домокеев А. Г. Строительное производство-М.: "Высшая школа", 1989.
3. Москвин В. М., Иванов Ф. М., Модры С., Шисль П. Долговечность железобетона в агрессивных средах-М.: Стройиздат, 1990.

УДК 624.131+624.01.04:712

Шведовский П.В., Волчек А.А., Лукаш В.В.

ОЦЕНКА РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ ПРИ АНАЛИЗЕ
ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ИНЖЕНЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Анализ исследований по эксплуатационной надежности инженерных объектов позволяет отметить, что одним из важнейших компонентов формирования базовой и прогнозной моделей надежности является оценка риска и неопределенности функционирования объекта [1, 4].

Так как даже для технически несложных инженерных объектов характерно не менее 200 значимых подсистемных и межкомпонентных связей, знание о которых более чем на 80% малодостоверно, то функционирование любого объекта нужно рассматривать как функционирование целостной динамически противоречивой пространственно-временной системы с длительным циклом функционирования, состоящей из подсистем (коммуникационных, технологических, связевых, строительных, средовых, прочностных, защитных и т.д.), обеспечивающих ее стабильное функционирование в настоящем и будущем.

Исходя из законов композиции общей теории таких систем, необратимости принципов неполноты информации о внутренней природе составляющих подсистем, компонент и механизмах их устойчивости (надежности и уязвимости) с учетом логических правил соразмерности и истинности, надежное функционирование объекта может быть описано методами теории принятия решений в условиях неопределенности, непараметрическими методами математической микростатистики, методами морфологического анализа, через суммарные статистики на базе теории векторов или интервальными оценками таких параметров экологической надежности и экологической устойчивости, как доверительные границы, степень и границы максимального риска, их приемлимость и рискозащищенность.

Анализ исследований в области создания общей структуры и принципов оценки надежности (рисков) структурно- и связесложных систем [2, 3] показывает, что любая структура должна удовлетворять принципам относительной полноты и непересекаемости и, соответственно, оценка (анализ и синтез) рисков должна базироваться на трехуровневой системе принципов: методологической (определяющей концептуальные положения), методической (связанной со спецификой систем, надсистем, подсистем и конкретикой условий) и операциональной (связанной с однозначностью и достоверностью информационных потоков).

Анализ концептуальных основ позволил сформировать следующую значимую группу методологических принципов – объективность, корректность, ограниченность, системность, взаимозависимость, позитивность и однотипность.

Объективность риска означает, что при оценке необходимо обеспечить достоверность отражения структуры и характеристик системы, при этом нужно полно, по мере возможного, учесть как качественные и количественные параметры переходных процессов, так и степень недостоверности и неопределенности, объективно присущую будущему.

Корректность рисков означает, что при оценке должны выполняться такие формальные требования, как аддитивность, транзитивность, непропорциональность и интервальная монотонность, т. е. $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2$; $R_{\text{общ}}^i < R_{\text{общ}}^{i+1} < R_{\text{общ}}^{i+2}$; $R_i \notin R_{\text{общ}}^i$, где R_i – общие и частные риски.

Ограниченность рисков означает, что их формирование во многом зависит от наличия ресурсов однократного или многократного пользования (природные, социальные, финансовые и информационные), а системность (комплексность) – что в своей совокупности они должны образовывать замкнутую систему иерархического типа: эмерджентные ↔ неэмерджентные риски.

Взаимозависимость рисков означает, что формирование (возникновение) одних рисков непосредственно или через сложные опосредованные связи приводит к формированию других (например, экономические → экологические → социальные), а однотипность, что независимо от типа риска, все они имеют противоречивую экономическую или внеэкономическую оценку, но обязательно – прямую.

Позитивность же рисков означает, что интегральный показатель риска не должен быть больше уровня приемлемости, т. е. риски не должны приводить к катастрофической ситуации.

Основные методические принципы – разновосприимчивость, динамичность, согласованность и диссонансируемость исходят из предположений, что любое действие вносит в систему и, соответственно, в окружающую среду что-то специфическое, при этом даже при несинхронности отдельных проявлений реально однозначная характеристика предполагаемой динамики процессов.

Операциональные принципы определяют моделируемость и симплифицируемость рисков, т. е. возможность описания любой рискованной ситуации моделью с относительно простым информационно-вычислительным методом оценки риска.

Совокупность всех этих принципов позволяет любую рискологическую проблему рассматривать и трактовать как абстрактную систему, познание которой требует анализа со структурным или функциональным подходом и синтеза, с эмерджентным или синергическим подходом [4].

Анализ рискологических исследований [1, 2, 5] требует предварительного постулирования для гео- и агроландшафтных систем, аксиом приемлемости, всеохватности и неповторимости.

Приемлемость определяет границы изменения показателей во времени и закономерности происходящих изменений, с точки зрения экологических и социально-экономических последствий, всеохватность – объективность рисков и их обязательность (присутствие) для любого ранга управляемости функционированием систем, а неповторимость – невозможность формирования тождественных полей риска даже для близких ситуаций сходных систем, независимо от степени их идентичности.

Наиболее важными в исследованиях приемлемости риска являются границы и тип изменчивости показателей. В целом, следует различать детерминированную (с постоянным или меняющимся средним значением), стохастическую, импульсивно-разделяющуюся и циклическую изменчивость.

Что касается исследований всеохватности и неповторимости, то наиболее существенными являются знания параметров рискозащищенности систем, определяющие надежность структурных элементов и вероятность сохранения работоспособности внутрисистемных связей, при воздействии, поствоздействии и взаимодействии экстремальных факторов. Следует отметить, что и для рискозащищенности важны не сами параметры, а их пороговые (предельно допустимые) значения.

Так как уровень рискозащищенности характеризуется риском возникновения опасных явлений или чрезвычайных ситуаций и катастроф, то уровень риска можно описать зависимостью вида

$$R = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3, \quad (1)$$

где R_1 – вероятность формирования опасных факторов;

R_2 – вероятность формирования определенных уровней действия факторов;

R_3 – вероятность, что уровни действия факторов обуславливают долгосрочные последствия.

Отсюда приемлемый риск – это компромисс между реальным уровнем рисков и возможностью их достижения, что и определяет необходимость выделения двух рискованных категорий – кризисная ситуация и катастрофическая ситуация.

Что же касается разделения области риска, то целесообразно выделение безрисковой области и областей минимального, повышенного, критического, катастрофического и недопустимого рисков.

При этом все многообразие периодов жизнедеятельности систем, с позиции рискозащищенности, можно охарактеризовать следующей схемой (рис. 1).

Для устойчиво стабильного периода величина рисков настолько незначительна, что можно говорить о полной рискозащищенности. Устойчиво квазистабильному периоду характерны достаточно значительные риски только для отдельных факторов, элементов и процессов, а устойчиво переходному уже характерны качественные изменения риска, т. е. поле рисков системы изменяет как свою структуру, так и элементный состав.

Для математического описания любых переходных периодов целесообразно использовать матрицу и коридор рисков.

Матрицы и коридор риска позволяют описать все уровни структуры устойчивого переходного периода. Для первого уровня, где изменения отражаются только на величине рисков (номенклатура рисков постоянна), имеем

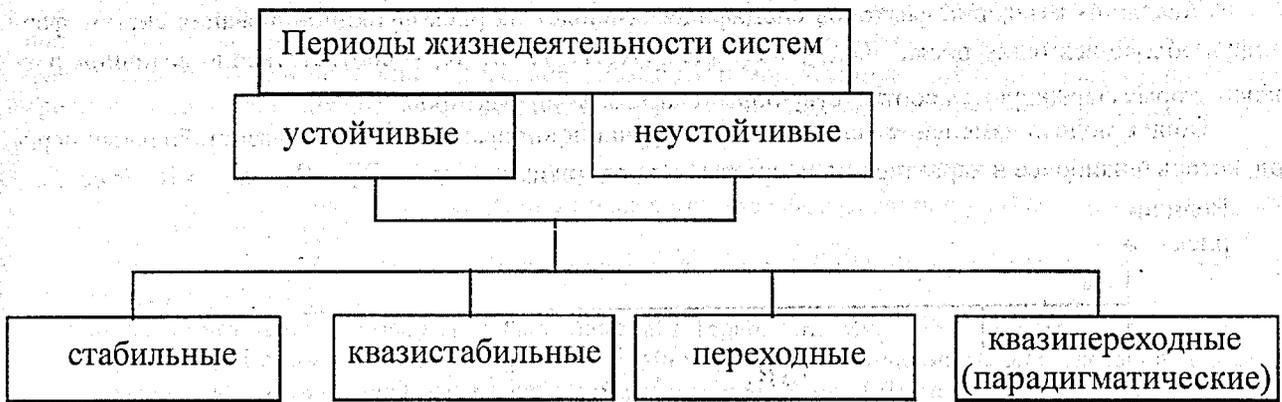


Рисунок 1 – Схема периодов жизнедеятельности систем

$$\left. \begin{array}{l} i \in I \text{ при } I = \text{const} \\ R_i^{j\min} \leq R_i^j \leq R_i^{j\max} \end{array} \right\} \quad (2)$$

Второй уровень характерен для случая, когда изменения отражаются и на величине рисков и на их номенклатуре и

$$\left. \begin{array}{l} i \in I \text{ при } I \neq \text{const}(I + \Delta i) \\ R_i^{j\min} - \xi_{\min} \leq R_i^j \leq R_i^{j\max} + \xi_{\max} \end{array} \right\} \quad (3)$$

где ξ_{\min} и ξ_{\max} – величины изменения минимального и максимального рисков в переходной период.

Третий уровень связан с такими изменениями, которые не только меняют систему поэлементно-структурно, но и выводят ее в другую область (поле) риска. В этом случае

$$\left. \begin{array}{l} i_a \in I_a \rightarrow i_b \in I_b \\ R_{i_a}^{j\min} \leq R_{i_a}^j \leq R_{i_a}^{j\max} \rightarrow R_{i_b}^{j\min} \leq R_{i_b}^j \leq R_{i_b}^{j\max} \end{array} \right\} \quad (4)$$

- где i_a и i_b – соответственно элемент $[a, b]$ множества $[I_a, I_b]$;
- $R_{i_a}^{j_a}$ и $R_{i_b}^{j_b}$ – соответственно риски экосистемы по показателям i_a, i_b в моменты I_a и I_b ;
- $R_{i_a}^{j_a\min}$ и $R_{i_a}^{j_a\max}$ – риски, соответствующие нижней и верхней границе, когда экосистема находится в состоянии $[a]$;
- $R_{i_b}^{j_b\min}$ и $R_{i_b}^{j_b\max}$ – риски, соответствующие нижней и верхней границе, когда экосистема находится в состоянии $[b]$.

При этом состояние $[b]$ определяет устойчивое, $a [a]$ – слабоустойчивое поле рисков.

Для неустойчивого переходного периода характерно наличие различных подсистем с переходными процессами, которые не связаны между собой и разнонаправлены.

Что касается устойчивого квазипереходного периода, то для него характерно наличие закономерной смены системоциклов, а неустойчиво квазипереходного – случайная смена системоциклов, что достаточно полно можно описать случайной выборкой из любого множества (набора) альтернатив.

Для неустойчиво стабильных и неустойчиво квазистабильных периодов характерно наличие перенасыщенной стабильности всей системы или отдельных подсистем, т. е. система или ее подсистемы готовы к переходу в новое (другое стабильное) состояние, но период перехода строго недетерминирован.

Следует отметить, что периоды жизнедеятельности систем, связанные с неустойчивостью, являются кризисными и обладают большой неопределенностью и высокими рисками.

Что касается множества факторов, влияющих на величину риска, то их целесообразно классифицировать по четырем категориям направленности воздействия – глобальные (фоновые), прямого воздействия, косвенного воздействия и внутрисистемные, и четырем категориям возможности реализации – природные, техногенные, постэкологические и социальные.

Самая неопределенная категория – это факторы косвенного воздействия, которые очень часто способны трансформироваться в факторы прямого воздействия и даже глобальные.

Каждая из категорий факторов специфически влияет на риск функционирования систем, формируя общую величину риска – $R_{\text{общ}} = f(R_k, R_n, R_p, R_c)$, где R_i – соответственно величины рисков, которые формируются соответствующими категориями факторов.

Общая модель изменения величины риска функционирования систем в квазистабильный период, который наиболее и характерен для практики, представима в виде – $R_k > R_n > R_p > R_c$ (рис. 2).

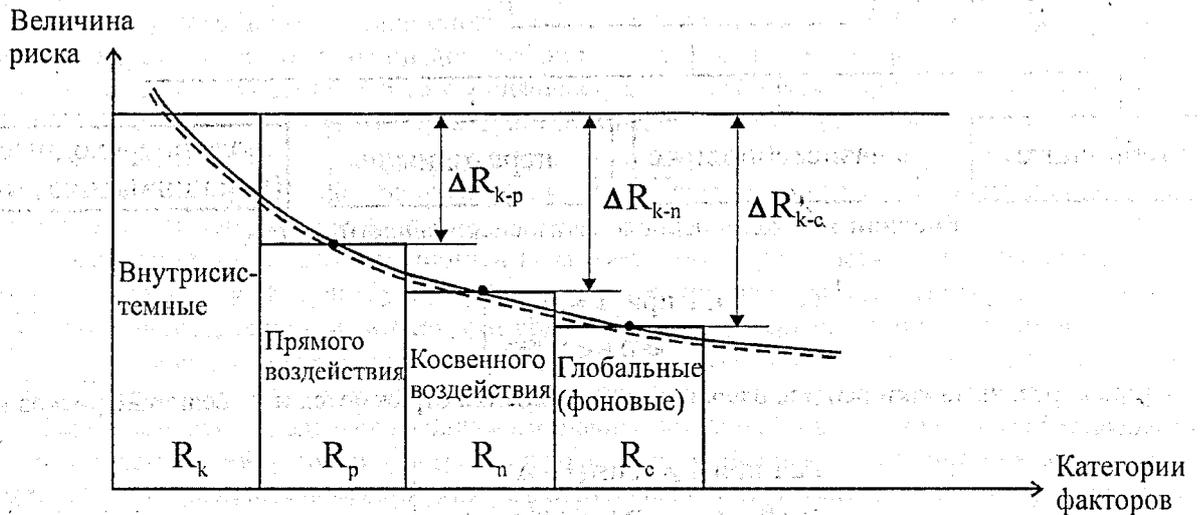


Рисунок 2 – Модель изменения величины риска как функция категории факторов в квазистабильный (наиболее желательный) период функционирования систем

Зная же динамику источников риска можно достаточно легко и достоверно прогнозировать степень критичности (категорию ситуации и уровень уязвимости) оптимального функционирования любой системы.

Отсюда принципиальная схема оценки риска и неопределённости должна иметь вид (рис. 3).

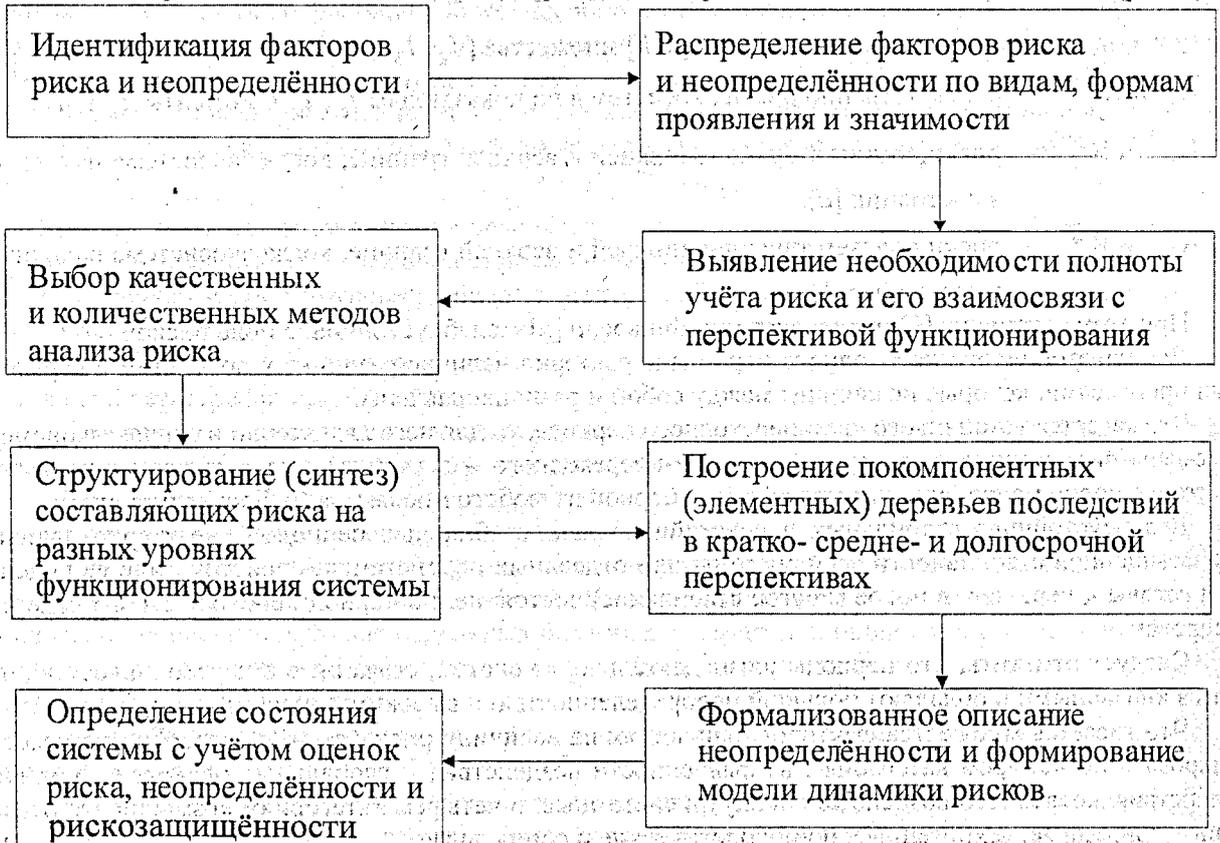


Рисунок 3 – Принципиальная схема оценки риска и неопределённости функционирования экосистем

Проведенный анализ [4, 5] возможных групп решений (подходов, теорий, моделей), позволяющих учесть большинство факторов и характеристик неопределенности, определяет перспективность использования теории нечетких интегралов, множеств и мер, базирующихся на нечетких процессах, при этом основу решения составляет достоверная и оптимальная формализация нечетких данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Измалков В. И., Измалков А. В. Техногенная и экологическая безопасность и управление риском. – С.-Пб, НИЦЭБ РАМ, 1998, 482 с.
2. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев и др. – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
3. Прикладные нечеткие системы. Пер. с япон. под ред. Т.Терно. – М.: Мир, 1993. – 386с.
4. Федоров В.Г., Шведовский П.В. К проблеме прогнозных и оптимизационных исследований в области повышения эксплуатационной надежности инженерных объектов. Сб. тр. конференции «Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь». – Брест, 2001. – с. 462-467.
5. Шведовский П.В. и др. Выбор оптимальных решений в строительстве. – М.: ЦНИИЭПсельстрой, 1990. – 390с.

Wieczorek Grzegorz, Rutkowska Wioleta, Leonowicz Sergei

OCENA WPŁYWU DOMIESZEK CHEMICZNYCH NA ZAGROŻENIE KOROZYJNE ZBROJENIA I SZYBKOŚĆ KOROZJI STALI POD OTULINĄ BETONOWĄ

Cześć I

1. WPROWADZENIE

Uwodnione fazy cementowe oraz warstewki pasywne na stali zbrojeniowej znajdują się w stanie zbliżonym do równowagi z cieczą porową, a zmiany jej składu oraz właściwości wpływają na te równowagi. Szczególne zainteresowanie badaczy budzi wpływ na właściwości cieczy porowej betonu i żelbetu środowisk korozyjnych gazowych, ciekłych oraz domieszek chemicznych, ze szczególnym uwzględnieniem chlorków [1; 2]. Zainteresowanie to dotyczy również domieszek chemicznych organicznych, które mogą zmieniać właściwości cieczy porowej i inhibować korozję zbrojenia.

Metodę ekstrakcji próżniowej cieczy porowej omawiano w pracach [2]-[8] w tym również porównawczo z metodą ekstrakcji ciśnieniowej, która jest najczęściej stosowana. Posługując się metodą ekstrakcji próżniowej podjęto próbę oceny wpływu wybranych domieszek organicznych na skład chemiczny i właściwości cieczy porowej [2; 7; 13].

2. WPŁYW WYBRANYCH DOMIESZEK ORGANICZNYCH ORAZ CHLORKÓW NA SKŁAD CHEMICZNY I WŁAŚCIWOŚCI CIECZY POROWEJ

Wpływ domieszek organicznych na równowagi między stwardniałym zaczynem a cieczą porową w układach zawierających chlorki rozpatrywać należy wtedy, gdy domieszki organiczne zmieniają proporcje między anionami i kationami w tej cieczy. Rozpatrzmy trzy domieszki organiczne: trietanoloaminę (T), glicerynę (G) i frakcje taninowo - cukrowe (FTC) wyodrębnione z ekstraktu z drewna dębowego. Trietanolamina występuje w cieczy porowej jako kompleks dodatni, gliceryna jako anion, frakcje taninowo - cukrowe wiążą sód i potas grupami fenolowymi i alkoholowymi, ale nie występuje deficyt ładunków ujemnych lub dodatnich tak jak w przypadku trietanoloaminy i gliceryny. Stężenia anionu gliceryny i kationu trietanoloaminy można próbować określać na podstawie bilansu ładunków dodatnich i ujemnych jonów cieczy porowej lub na podstawie analiz. Nie jest jednak znany ładunek jonu lub kompleksu. Składy chemiczne cieczy porowych z rozpatrywanymi domieszkami omówiono szczegółowo w pracach [2; 7; 13] oraz zamieszczono w tablicy 1. Równowagi między cieczą porową a stwardniałym zaczynem cementowym z domieszkami organicznymi i chlorkami można opisać równaniami empirycznymi (1-3) wyprowadzonymi w pracy [2; 7].

Rozpatrując wpływ domieszek organicznych na zależności opisane równaniami: