

НОРМИРОВАНИЕ НАДЁЖНОСТИ ЭКОСИСТЕМ ПРИ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РЕГУЛИРОВАНИИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО КРИТЕРИЮ ЭКОЛОГО-СТРОИТЕЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Ю.В. Румянцев, К.Э. Габрин

Статья посвящена проблеме нормирования надёжности экосистем при экономическом регулировании градостроительной деятельности. Уровень надёжности экосистемы определяется главным образом её устойчивостью, под которой понимают способность экосистемы противостоять воздействию внешних, в основном техногенных, дестабилизирующих факторов, а также проявлять способность к самостоятельному или принудительному восстановлению. Устойчивость, наряду с эмерджентностью, разнообразием и неравновесностью является общесистемным признаком, и зависит от состояния энергетики её внутренних взаимодействий. Отсутствие необходимого для противостояния угрозам уровня организации (негэнтропии) неминуемо ведёт к гибели экосистемы. Учитывая названные особенности, оценку надёжности экосистем и их элементов необходимо осуществлять неразрывно и в комплексе с оценкой всей остальной деятельности людей, направленной на преобразование окружающей их реальности. Авторами классифицированы современные методы экологического мониторинга, а именно: дистанционные методы диагностики на основе фиксации волновых процессов в широком диапазоне – от акустических волн до гамма-излучений; физико-химические методы; биологические методы. Анализ указанных методов и моделей показывает, что среди них нет ни одного, который бы соотносился с градостроительной деятельностью человека и который можно было согласовать с её показателями. И это несмотря на то, что и в строительной, и в экологической сферах при оценке параметров состояний зданий и сооружений и элементов экосистем, соответственно, используются практически одни и те же методы мониторинга.

Ключевые слова: экосистема, градостроительная деятельность, эколого-строительная безопасность.

Уровень надёжности экосистемы определяется главным образом её устойчивостью под которой понимают способность экосистемы противостоять воздействию внешних, в основном техногенных, дестабилизирующих факторов, а также проявлять способность к самостоятельному или принудительному восстановлению. Устойчивость, наряду с эмерджентностью, разнообразием и неравновесностью является общесистемным признаком, и зависит от состояния энергетики её внутренних взаимодействий. Отсутствие необходимого для противостояния угрозам уровня организации (негэнтропии) неминуемо ведёт к гибели экосистемы [7, 8].

Согласно принципу равновесия любая естественная система с проходящим через нее потоком энергии всегда развивается в сторону устойчивого состояния. Гомеостаз, осуществляется автоматически за счет механизмов обратной связи. Естественное равновесие означает, что экосистема способна сохранять свое стабильное состояние и некоторые параметры неизменными, несмотря на воздействие факторов внешней среды [7]. Однако, к сожалению, современная цивилизация не располагает антиэнтропийными технологиями. Всё, что создаётся человеком в эпоху «техно» рано или поздно разрушается. Энтропийные выбросы современных поселений и промышленных зон в окружающую среду легко подавляют негэнтропий-

ный потенциал естественно-природных механизмов развития, и они неизбежно деградируют со всё возрастающей скоростью [9, 12].

Влияние градостроительной деятельности на состояние экосистем является очевидным и научные исследования в этом направлении ведутся достаточно давно. Например, в рамках градостроительной экологии исследуются методы достижения экологически оптимального компромисса между антропогенными системами разного уровня и природной средой [10]. Продолжает совершенствоваться природоохранное законодательство. Но, по нашему глубокому убеждению, решение этой задачи в рамках современной экономической парадигмы и проистекающей из неё концепции мегаполисной урбанизации принципиально невозможно. Де-факто динамика роста заброшенных, деградационных и опустыненных земель продолжает оставаться удручающей. Разделение причин этого явления на «природные» и «антропогенные», на наш взгляд, является крупной системной ошибкой, которая ведёт к созданию моделей, неадекватных реальности. Необходимо исходить из того, что все «природные» (естественные) механизмы саморегуляции изначально имеют негэнтропийную природу. А антропогенный (точнее техноантропогенный) фактор является той единственной главной базисной причиной, которая провоцирует рост

энтропии в окружающей среде, катастрофические проявления которого многие наблюдатели ошибочно принимают за т. н. «естественно-природные факторы риска».

К сожалению, приходится констатировать, что природоохранное законодательство (включая используемую им систему мер!) современных развитых государств, являясь частью их общеправовой системы, а-priori неэффективно. Известно, что и романо-германская (куда относят и современную российскую), и англо-американская правовые системы базируются на общем фундаменте христианских ценностей, либеральной демократии, признании т. н. «прав» человека и на крайнем индивидуализме. Поэтому правовые системы стран «западного» мира, являясь рецепиентами и продуктом «эволюции» индивидуально ориентированного, антисоборного Римского права, в принципе не подразумевают паритетного сосуществования цивилизации с Природой. Противопоставление человека Природе, его царственное положение по отношению к ней, позиционирование себя как вершины творения имеют в современной (западной) мировоззренческой доктрине очень глубокие корни, которые по сути и предопределили облик техно-цивилизации XXI века. Втягивание же России в библейский проект экономической глобализации практически уничтожило остатки положительного потенциала самобытной правовой системы Русского мира, обусловленной не столько формальными технико-юридическими признаками, сколько глубокими социальными, культурными, государственными началами жизни славянских народов, державная система жизни которых всегда находилась в глубокой гармонии с Природой, и базировалась на Вышнем Законе, Традиции и Совесть. Поэтому, необходимо понимать, что ставшая уже притчей во языцах неэффективность природоохранных норм РФ обусловлена исключительно целями внешнего управления. Однако в учебниках по экологическому праву, экологии и охране окружающей среды об этом ничего не говорится [6]. Регуляционный правовой механизм защиты природной среды не работает, поскольку он и не может работать в имеющихся условиях. Выход из этой ситуации существует и давно известен – это деколонизация России, вывод её из-под влияния Запада. Сегодня этот процесс резко ускорился и в эколого-строительной сфере необходим поиск новых механизмов регулирования уровней безопасности, ориентированных на создание таких условий работы и жизни людей, при которых нанесение неприемлемого ущерба обществу и окружающей среде было бы невозможным. Причём не по причине страха перед наказанием за содеянное, а ввиду глубокой нравственной невозможности действовать иначе.

В экологии градостроительства рассматриваются многочисленные методы проектирования и обеспечения функционирования внутригородских

экологических систем [10, 14]. Несмотря на наличие здесь определённых успехов, в целом такой подход, по нашему мнению, является ошибочным и тупиковым. Внутригородские экосистемы являются сильно редуцированными и, по сути, искусственными объектами. Собственные механизмы поддержания гомеостаза у них либо крайне ослаблены, либо вообще отсутствуют. В силу редуцированности, доходящей иногда до примитивизма, такие системы не могут обеспечить даже необходимый для себя приток негэнтропии. Они – лишь отчаянная попытка людей хоть как-то улучшить ситуацию, привести во враждебную Жизнь урбанизированную техно-среду элементы естественно-природной гармонии. Без постоянного и дорогостоящего ухода такие городские квази-экосистемы обречены на быструю гибель. Градостроительная экология пытается решать вопросы «научно оптимизированной» имплантации в техно-урбанистическую среду несовместимых с ней элементов природных экосистем, создав при этом искусственные механизмы обеспечения их сносного существования. На наш взгляд, данные задачи уже не соответствуют жестким требованиям экологической реальности.

Вопрос необходимо ставить совершенно по другому. Необходим организационно-экономический механизм регулирования (во всём диапазоне – от бурного развития до полного прекращения) градостроительной деятельности по критерию эколого-строительной безопасности, который бы обеспечил такое распределение общественных ресурсов между двумя сферами:

1) создание и обеспечение функционирования искусственной среды обитания человека,

2) обеспечение системной целостности и устойчивости естественно-природных экосистем на территории экологического «паразитирования» городского поселения, которое обеспечило бы приемлемые уровни соответствующих рисков – технических и экологических.

В настоящее время одновременное выполнение вышеприведённых требований уже невозможно, поскольку размеры территорий, необходимых для сохранения устойчивости того, что градостроители по недоразумению называют «городской экосистемой» и воспроизводства её ресурсов, должны быть на 3 порядка больше, чем занимает сам город. Поэтому совершенно очевидно, что без эффективного регулятора (по типу предложенного в работе [3]) мегаполисная урбанизация разрушит естественную среду обитания. Регулятор должен быть жёстким и непредвзятым, а его управляющие воздействия – безусловно исполняемыми. Наличие такого регулятора обеспечит выживание человечества, но для этого потребуются самые решительные кардинальные действия – вплоть до полной трансформации современной системы хозяйствования.

Учитывая названные особенности, оценку надёжности экосистем и их элементов необходимо

осуществлять неразрывно и в комплексе с оценкой всей остальной деятельности людей, направленной на преобразование окружающей их реальности. А это, прежде всего, градостроительная деятельность.

Современные методы экологического мониторинга весьма разнообразны и их можно разделить на 3 группы:

1) дистанционные методы диагностики на основе фиксации волновых процессов в широком диапазоне – от акустических волн до гамма-излучений,

2) физико-химические методы,

3) биологические методы.

На основе непосредственного применения данных методов, а также их комбинирования исследователями разработано большое количество моделей оценки надёжности экосистем [8, 15]:

1) как произведение надёжностей выполнения функций продуктивности и функции кондиционирования,

2) построением и системной оценкой надёжности структуры транспорта радионуклидов от компонентов экосистемы к человеку,

3) построением интегральных показателей и комбинированных индексов,

4) составлением экспертных балльных оценок.

Анализ указанных методов и моделей показывает, что среди них нет ни одного, который бы соотносился с градостроительной деятельностью человека и который можно было согласовать с её показателями. И это несмотря на то, что и в строительной, и в экологической сферах при оценке параметров состояний зданий и сооружений и элементов экосистем, соответственно, используются практически одни и те же методы мониторинга. Технически сложные методы экспертизы и в экологии и в строительной сфере используются сравнительно редко – ввиду их высокой стоимости. Их применяют при решении действительно сложных задач. Механизмы же экономического регулирования уровней безопасности требуют иного подхода к нормированию показателей и к проведению самих экспертных работ. Они должны быть недорогими, но их невысокая стоимость не должна сопровождаться недопустимым снижением точности, достоверности, объективности, воспроизводимости и других параметров качества. Необходим поиск компромисса.

С авторской точки зрения при оценке и нормировании уровня эколого-строительной безопасности наиболее целесообразно задействовать методы системной теории надёжности, а именно те, которые касаются оценки вероятностей отказов сложноорганизованных иерархий, в которых элементы соединены между собой последовательными, параллельными и комбинированными связями. Несмотря на то, что такие модели известны и экологам и строителям [8, 11], о необходимости и возможности их совместного использования до сих пор никто почему-то не задумывался.

Обычно под экологическим риском понимают вероятность неблагоприятных последствий любых (преднамеренных и случайных, постепенных и катастрофических) антропогенных изменений природных систем, объектов и факторов. В такой интерпретации риск оценивается вероятностью негативного события, например, смертельного исхода при катастрофе, аварии, вероятности заболевания при загрязнении воздуха и т. д. Такой риск считается приемлемым, если число жертв в результате немедленной или отдаленной смерти (при четкой ее связи с рассматриваемым событием), хронического заболевания и т.п. от гипотетической катастрофы или аварии не превышает один случай на миллион жителей в год. Риск 1 случай на 100 млн чел. в год считается пренебрежительно малым [1, 13]. Подобная трактовка экологического риска для целей регулирования градостроительной деятельности не годится, поскольку проецирует угрозы на человека, а не на донорскую экосистему города. Рассмотрим иной подход.

Говоря о вероятности отказов таких сложных объектов, как экосистемы и строительные объекты, необходимо понимать, что численные значения этих вероятностей в нормальных условиях весьма малы. Здания и сооружения относят к высоконадёжным системам. Их нормативное проектирование, возведение и эксплуатация обеспечивают длительные, доходящие до сотен лет, сроки службы при высоких характеристиках сопротивления внешним разрушительным воздействиям. Экологические системы также весьма стабильны, содержат многочисленные обратные связи и регуляционные механизмы, обеспечивающие резистентный и упругий гомеостаз на протяжении очень длительных периодов. Оперирование классическими вероятностями отказов и тех, и других систем малопродуктивно, поскольку речь идёт о т. н. редких, маловероятных событиях, на которые не распространяются основные гипотезы и теоремы теории вероятностей и математической статистики. В подобных случаях прибегают к т. н. относительным рискам, которыми называют отношения типа «Частота (А) / Частота (В)» или «Вероятность (А) / Вероятность (В)». Относительные риски широко применяются в клинических исследованиях, в эпидемиологии, а также в экономической сфере. В строительстве относительные риски аварий зданий и сооружений подробно исследованы в работах [4, 11].

При отсутствии антропогенного фактора риск реализации бедственного состояния (на грани гибели) экосистемы обусловлен наличием сугубо природных эффектов и величина его находится на уровне флуктуаций уровня т. н. фонового риска. В этом случае теоретическая вероятность возникновения бедственного состояния экосистемы (P_t) пренебрежимо мала. Её можно приравнять условно к вероятности катастрофических событий типа извержения вулкана или падения метеорита. Любое

техноантропогенное воздействие увеличивает теоретическую вероятность P_t на величину dP , доводя её до фактического значения:

$$P_t + dP = P_f.$$

По аналогии с концепцией конструкционной безопасности зданий и сооружений [4, 11] (это – важнейшее условие реализации системного подхода к решению нашей задачи) сформулируем концепцию экологической безопасности градостроительной деятельности следующим образом.

1. При наличии техноантропогенного фактора существование абсолютно надёжных экосистем невозможно.

2. Теоретическая вероятность возникновения бедственного состояния экосистемы обусловлена действием природных системоразрушающих факторов, и её величина находится на уровне флуктуаций уровня т.н. фонового риска при условии отсутствия ощутимых техно-антропогенных воздействий.

3. Фактическая вероятность возникновения бедственного состояния экосистемы при осуществлении градостроительной деятельности всегда выше теоретической, поскольку даже в самом лучшем с точки зрения охраны окружающей среды случае всегда действует фактор человеческих ошибок.

4. Отношение фактической вероятности возникновения бедственного состояния экосистемы к теоретической принимается за показатель экологической безопасности (риска экологического бедствия).

5. При условии соблюдения правильно составленных норм и правил градостроительной деятельности риск экологического бедствия донорской территории городского поселения не превысит нормальной величины, на которую у большинства людей наблюдается спокойная реакция.

Следует особо отметить, что выбранная форма представления риска (относительный риск бедствия, как величина > 1) отличается от традиционной (вероятность, как величина от 0 до 1, определённого ущерба в деньгах или процентах). Такая форма представления обусловлена существенными особенностями и строительной продукции, и экосистем одновременно. Малые теоретические вероятности строительных аварий и экологических бедствий в отсутствие техноантропогенных воздействий начинают возрастать в процессе градостроительной деятельности – за счёт различного рода ошибок всех её участников – научных работников, представителей властей, экономистов, управленцев, архитекторов, проектировщиков, строителей, обычных жителей и т. д. Разнообразие ошибок огромно – от мировоззренческих до абсолютно случайных.

Отношение $P_f/P_t > 1$ показывает во сколько раз фактическое значение вероятности возникновения бедственного состояния экосистемы выше теоретического значения, обусловленного флуктуациями уровня фонового природного риска, то

есть это отношение и есть интегральный показатель состояния экосистемы, находящейся под воздействием техноантропогенных разрушающих факторов.

Для определения dP необходимо использовать теорему Байеса, которая позволяет пересчитать априорные вероятности деструктивных техноантропогенных воздействий (ДТВ) на экосистему. Рассмотрим 2 пары противоположных событий:

1) А – ДТВ есть, А* – ДТВ нет,

2) S – экосистема находится в бедственном состоянии, S* – экосистема не находится в бедственном состоянии.

Априорные, то есть в отсутствие градостроительной деятельности и ДТВ, вероятности событий А и А* известны: $P(S) = P_t$, $P(S^*) = 1 - P_t$. Из формулы Байеса следует, что

$$P(S^*/A) = P_t P(A/S) / [P_t P(A/S) + (1 - P_t) P(A/S^*)].$$

Из принятой концепции экологической безопасности градостроительной деятельности следует, что $dP = P(A/S^*) = P(A^*)$, $P(A/S) = P(A)$, а P_t – очень малая величина. Поэтому $dP = P_t P(A) / P(A^*)$. Обозначив вероятности $P(A/S^*) = P(A^*) = x$, а $P(A/S) = P(A) = 1 - x$, получим в итоге

$$dP = P_t(1 - x)/x, P_f = P_t + dP = P_t/x.$$

Откуда $P_f/P_t = 1/x$. Таким образом, величина $1/x$ характеризует относительный риск возникновения бедственного состояния экосистемы.

Вероятность $P(A/S^*) = x$ в нашем случае необходимо трактовать как обобщающий показатель надёжности всей экосистемы. Приняв гипотезу (на практике она полностью соответствует реальной картине растянутых во времени воздействий огромного числа людей на донорскую экосистему) о том, что ДТВ, осуществлённые по отношению к элементам одного иерархического уровня экосистемы, не зависят от тех ДТВ, которые были осуществлены по отношению к другим уровням и элементам, можно составить математическую модель определения риска бедствия (аналога риска отказа). Для этого m-уровневая экосистема (в большинстве случаев $m = 3$) представляется в виде ориентированного графа «И/ИЛИ», в качестве независимых вершин которого берутся уровни экосистемы. Формула для расчёта итогового показателя риска бедствия экосистемы на таком графе будет иметь вид:

$$R = \sum(r_i), i = 1, 2, \dots, m,$$

где $r_i = (P_f/P_t)_i = 1/x_i$ – риск бедствия i-го уровня экосистемы.

Если уровни рассматривать как систему, состоящую из параллельно соединённых групп однородных элементов, и к этой системе применить методы теории надёжности [5], то

$$1/x_i = 1/(x_{i1}x_{i2}\dots x_{ij}\dots x_{in_i}),$$

где $(x)_{ij}$ – средний уровень экологической надёжности в j-й группе однородных элементов i-го уровня экосистемы ($j = 1, 2, \dots, n_i$); N_i – число групп на i-м уровне экосистемы.

В результате получаем:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_i + \dots + R_m.$$

Вышеприведённые рассуждения и математические выкладки для R справедливы для упрощённой модели экосистемы, в которой не учитываются связи всех трофических уровней с детритофагами и редуцентами. В большинстве случаев комплексной диагностики эколого-строительной системы этого достаточно. Для графа, учитывающего связи с детритофагами и редуцентами, формула «свёртки» итогового показателя относительного риска бедствия экосистемы становится одинаковой с той, которая используется для многоэтажных зданий с «нулевым циклом» [4, 11]:

$$R = R_0(R_1 + R_2 + \dots + R_i + \dots + R_m),$$

где $R_0 = 1/(x)_{01}(x)_{02} \dots (x)_{0j} \dots (x)_{0v}$ – средний уровень экологической надёжности однородных элементов среди детритофагов и редуцентов ($j = 1, 2, \dots, v$; v – число групп таких элементов).

Применение единого подхода к определению и оценке относительного риска R к элементам градостроительных систем и к экологическим системам позволяет по единым правилам произвести и нормирование этого показателя. Как и в случае для зданий и сооружений построить кривую распределения плотности вероятностей r методами математической статистики невозможно по причине полного отсутствия статистических данных. Однако, руководствуясь логикой и здравым смыслом, закон распределения r можно сконструировать, исходя из следующих фактов и ранее доказанных суждений:

1. Вероятности значений $r \leq 1$ равны нулю, поскольку обеспечить в процессе градостроительного развития территорий значение риска возникновения бедственных состояний экосистемы-донора на уровне фоновых флуктуаций в отсутствие ДТВ невозможно.

2. Кривая распределения является асимметричной – мода r сдвинута влево от среднего значения. Это обусловлено тем, что в человеческом обществе существует естественная потребность обеспечить сохранение природной среды обитания.

Учитывая эти две особенности выбор закона осуществить несложно, поскольку согласно рекомендациям [2] наиболее подходящим для описанной ситуации является однопараметрическое распределение Рэлея:

$$f(x; \sigma) = \frac{x}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right), x \geq 0, \sigma > 0,$$

где σ – параметр распределения, $x = 1 - r$ (рис. 1).

У данного закона распределения среднее квадратическое отклонение σ связано с матожиданием m и модой mod формулами $m = 1 + 1,25\sigma$ и $mod = \sigma + 1$.

Поскольку $r = 1/x$, то $m_r = 1/m_x$, где m_x – матожидание (среднее значение) случайной величины x из интервала $[0, 1]$. Даже для теоретического бесконечного множества экосистем кривая распределения x , в отличие от элементов градостроительных систем, не будет симметрична относи-

тельно 0,5. Это важнейший теоретический вывод, который можно сделать на основе исследования статистики бедствий экологических систем. На фоне общего роста (по мнению многих исследователей, экспоненциального) общепланетарных деструктивных процессов, усиливающих естественный фон угроз для экосистем, сильнейшим фактором, вносящим в экосистемы дополнительную вероятность dP возникновения кризисных и бедственных состояний – это экологические правонарушения и преступления. Экологические преступления сегодня являются одним из наиболее общественно опасных и распространенных видов противоправных деяний. В совокупности с другими экологическими правонарушениями по тяжести своих отрицательных последствий они представляют сегодня реальную угрозу национальной безопасности, биологическим основам жизни, здоровью и развитию человека.

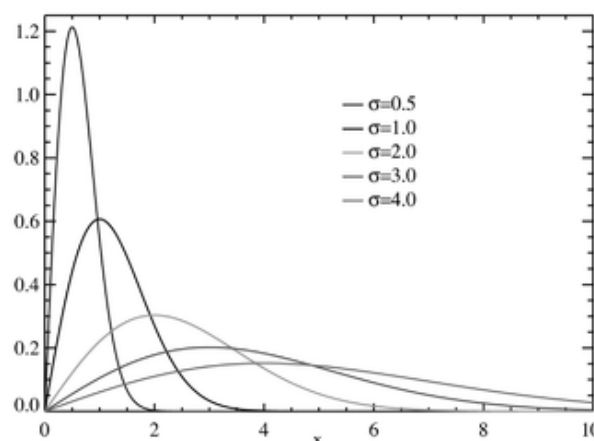


Рис. 1. Распределение Рэлея

Статистическое распределение экологических преступлений в России представлено на рис. 2.

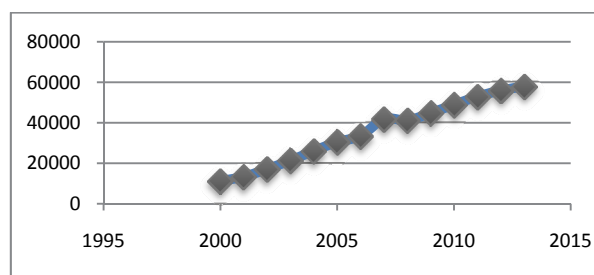


Рис. 2. Статистика эко-преступлений в России

Сведения, представленные на рис. 2, показывают, что за последние 13 лет сложилась устойчивая тенденция увеличения абсолютного числа регистрируемых экологических преступлений. Очевидно, что число незарегистрированных преступлений намного больше и такая ситуация вносит существенный вклад в рост dP , «сдвигая» распределение случайной величины x влево от среднего значения 0,5. Информации для статистически обоснованного назначения такого сдвига недоста-

точно, поэтому выбор закона распределения в данном случае осуществим с учётом следующих рассуждений. Во-первых, общесистемный цивилизационный кризис, растущие экономические и социальные проблемы, деградация образования, рост преступности, падение морали, нравственности, и прочие негативные факторы позволяют утверждать, что в ближайшей перспективе вероятности меньших значений случайной величины x будут оставаться больше вероятностей её больших значений – за счёт чрезмерного роста dP и инерционности общественных и государственных институтов. Во-вторых, ситуация с экологией и экологической преступностью настолько тяжела, что требует скорейшего принятия кардинальных мер, адаптированных при этом к текущей ситуации, а также наличия адекватной политической воли. Необходимо иметь в виду, что резкое ужесточение норм не будет способствовать изменению ситуации в лучшую сторону. Какой толк в нормативах, которые никто не в состоянии будет выполнить? В-третьих, математически точно смоделировать текущую ситуацию невозможно (с точки зрения теории вероятностей и математической статистики). С учётом этих трёх основополагающих причин на первом этапе внедрения системы экономического регулирования градостроительной деятельности по критерию эколого-строительной безопасности предлагается следующий закон распределения случайной величины «х»:

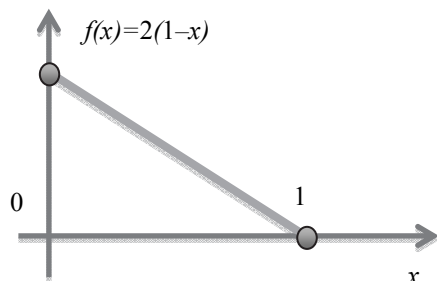


Рис. 3. Закон распределения случайной величины «х» на первом этапе внедрения системы регулирования градостроительной деятельности по критерию эколого-строительной безопасности

Для данного треугольного закона

$$m_x = \int_0^1 2x(1-x) dx = \frac{1}{3}, \text{ а } m_r = 3.$$

Поскольку естественный риск с учётом ДТВ по своей сути аналогичен среднему значению (матожиданию), вокруг которого группируются возможные значения r , то величину 3 можно принять за оценку её матожидания. По известному m_r определяются $\sigma_r = 1,6$ и $mod_r = 2,6$. В результате становится известным закон распределения плотности вероятности для случайной величины r , который служит исходной информацией для назначения нормативных значений относительного риска экологического бедствия для всех уровней экосистемы.

Используя понятие лингвистической переменной «очень» [11] можно синтезировать зависимость для определения нормативного значения r_n , которая будет отвечать вышеприведенному требованию:

$$r_n = a(mod_r/m_r)^b,$$

где a – число, характеризующее ответственность экосистемы по тяжести последствий её гипотетического бедствия; $mod_r/m_r = 0,6$ – основание переменной «очень»; $b = 0,1,2$ – численный аналог переменной «очень», характеризующий степень подверженности территории экосистемы провоцирующим её бедствие ДТВ. Значения a и b назначаются исходя из условия $1 < r_n \leq 3$. Величина $r_n = R_i$ позволяет установить требуемый по условию эко-надёжности средний (x_n) и предельный (x_{lim}) уровни соответствия групп однородных элементов, если произвести замену $(x)_{ij}$ на x_n и x_{lim} соответственно:

$$x_n = (a0,6^b)^{-1/n}, x_{lim} = (a0,6^b + 2\sigma_r)^{-1/n}, \text{ где } n = \sum n_i/m.$$

Спустя некоторое время после внедрения системы экономического регулирования градостроительной деятельности по критерию эколого-строительной безопасности необходимо ужесточить начальные стандарты путём применения других законов распределения «х», отражающих динамику улучшения ситуации. Например, на втором этапе целесообразно принять значения $m_r = 2$, $\sigma = 0,8$, $mod = 1,8$, что соответствует нормальному или равномерному закону распределения. На третьем этапе коридор стандарта может быть ещё более сужен: $m_r = 1,5$, $\sigma = 0,4$, $mod = 1,4$, что будет соответствовать треугольному закону с обратным наклоном гипотенузы, чем на рис. 3.

Литература

1. Акимов, В.А. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике / В.А. Акимов, В.В. Лесных, Н.Н. Радаев. – М.: Деловой экспресс, 2004.
2. Болотин, В.В. Методы теории вероятностей и теории надёжности в расчетах сооружений / В.В. Болотин. – М.: Стройиздат, 1982.
3. Габрин, К.Э. Эмиссия и квотирование негэнтропии как механизмы эффективного регулирования безопасности строительных объектов на всех этапах инвестиционного цикла / К.Э. Габрин, Т.Е. Мешкова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2008. – Вып. 6. – № 14(114).
4. Габрин, К.Э. Технология обеспечения конструктивной безопасности строящихся зданий и сооружений / К.Э. Габрин, А.П. Мельчаков // Известия ВУЗов. Строительство. – 2000. – № 2–3.
5. Диллон, Б. Инженерные методы обеспечения надежности систем / Б. Диллон, Ч. Сингх. – М.: Мир, 1984.
6. Игнатьева, М.Н. Экономика природопользования: учебник / М.Н. Игнатьева. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009.
7. Корогодин, В.И. Информация как основа

жизни / В.И. Корогодина, В.Л. Корогодина // Онлайн библиотека PLAM.RU. – http://www.plam.ru/biophiz/informacija_kak_osnova_zhizni/index.php (дата обращения 25.04.2014).

8. Кутлахмедов, Ю.А. Надёжность экологических систем. Теория, модели и практические результаты / Ю.А. Кутлахмедов, И.В. Матвеева, В.В. Родина. – Saarbrücken (Germ.): AV Akademikerverlag GmbH & Co. Издательский Дом Palmarium Academic Publishing, 2013.

9. Лийв, Э.Х. Инфодинамика. Обобщенная энтропия и негэнтропия / Э.Х. Лийв. – Таллинн, 1998.

10. Маслов, Н.В. Градостроительная экология / Н.В. Маслов. – М.: Высшая школа, 2003.

11. Мельчаков, А.П. Город – место надёжных и безопасных сооружений / А.П. Мельчаков,

Н.Н. Никонов, В.Н. Рудин // Градостроительство. – 2011. – № 5, 6 (15, 16).

12. Прангишвили, И.В. Энтропийные и другие системные закономерности: Вопросы управления сложными системами / И.В. Прангишвили. – М.: Наука, 2003.

13. Сынзыныс, Б.И. Экологический риск / Б.И. Сынзыныс, Е.Н. Тянтова, О.П. Мелехова. – М.: Логос, 2005.

14. Шадрина, А.В. Моделирование эколого-градостроительной безопасности города Екатеринбурга / А.В. Шадрина // Архитектон: известия вузов. Приложение. 2008. – № 22.

15. Шитиков, В.К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг, Т.Д. Зинченко. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003.

Румянцев Юрий Владимирович. Заместитель директора по производству продукции гражданского назначения, ФГУП «Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина» (г. Снежинск), ruv19710615@gmail.com.

Габрин Константин Эдуардович. Доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика, управление и инвестиции», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), kenpta@yandex.ru.

Поступила в редакцию 10 июня 2014 г.

**Bulletin of the South Ural State University
Series “Economics and Management”
2014, vol. 8, no. 3, pp. 76–83**

VALUATION OF ECOSYSTEM CHANGES IN THE ECONOMIC REGULATION OF URBAN PLANNING BY THE CRITERION OF ECO-CONSTRUCTION SAFETY

Yu.V. Rummyantsev, Russian Federal Nuclear Center – All-Russian Research Institute of Technical Physics named after academician E.I. Zababakhin, Snezhinsk, Russian Federation

K.E. Gabrin, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The article deals with the reliability of ecosystems in the economic regulation of urban planning. The level of reliability of the ecosystem is mainly determined by its resistance, which is defined as the ability of ecosystems to resist the influence of external, mostly man-made, destabilizing factors, as well as possess the ability of independent or forced recovery. Stability, along with the emergence, the variety and non-equilibrium is a system-wide feature, and depends on the energy of its internal interactions. The lack of a necessary organization level to counter threats (negentropy) inevitably leads to the death of the ecosystem. Taking into account the mentioned features, the reliability assessment of ecosystems and their components should be implemented in a complex and inextricably with the assessment of the rest of human activities aimed at transformation of the surrounding reality. The authors have classified the modern methods of environmental monitoring, namely, remote diagnostic methods based on the fixation of wave processes in a wide range - from acoustic waves to gamma radiation; physical and chemical methods; biological methods. The analysis of these methods and models shows that among them there is no model or method which will be related to urban development and which can be harmonized with its performance. This happens despite the fact that in the construction and environmental sectors, when evaluating the state of buildings and structures and ecosystem elements respectively, the same monitoring methods are used.

Keywords: ecosystem, urban development, ecological construction safety.

References

1. Akimov V.A., Lesnykh V.V., Radaev N.N. *Riski v prirode, tekhnosfere, obshchestve i ekonomike* [Risks in Nature, Technosphere, Society and the Economy]. Moscow, Delovoy ekspres Publ., 2004.
2. Bolotin V.V. *Metody teorii veroyatnostey i teorii nadezhnosti v raschetakh sooruzheniy* [Methods of the Probability Theory and the Reliability Theory in Calculations of Structures]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1982.
3. Gabrin K.E., Meshkova T.E. [Emission and Quoting of Negentropy as Mechanisms for Effective Regulation of Safety of Construction Projects at all Stages of the Investment Cycle]. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2008, iss. 6, no. 14(114). (in Russ.)
4. Gabrin K.E., Mel'chakov A.P. [Technology of Structural Safety of Buildings and Structures under Construction]. *Izvestiya VUZov. Stroitel'stvo* [Proceedings of Universities. Construction]. 2000, no. 2–3. (in Russ.)
5. Dillon B., Singkh Ch. *Inzhenernye metody obespecheniya nadezhnosti sistem* [Engineering Methods to Ensure System Reliability]. Moscow, Mir Publ., 1984.
6. Ignat'eva M.N. *Ekonomika prirodopol'zovaniya: uchebnik* [Environmental Economics: Textbook]. Ekaterinburg, 2009.
7. Korogodin V.I., Korogodina V.L. *Informatsiya kak osnova zhizni* [Information as the Basis of Life]. Available at: http://www.plam.ru/biophiz/informacija_kak_osnova_zhizni/index.php (accessed 25.04.2014)
8. Kutlakhmedov Yu.A., Matveeva I.V., Rodina V.V. *Nadezhnost' ekologicheskikh sistem. Teoriya, modeli i prakticheskie rezul'taty* [Reliability of Ecological Systems. Theory, Models and Practical Results]. Saarbrücken (Germ.): AV Akademikerverlag GmbH & Co. Izdatel'skiy Dom Palmarium Academic Publishing, 2013.
9. Liyv E.Kh. *Infodinamika. Obobshchennaya entropiya i negentropiya* [Generalized Entropy and Negentropy]. Tallinn, 1998.
10. Maslov N.V. *Gradostroitel'naya ekologiya* [Urban Development Ecology]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2003.
11. Mel'chakov A.P., Nikonov N.N., Rudin V.N. [City as a Place Reliable and Safe Structures]. *Gradostroitel'stvo* [Urban Development]. 2011, no. 5, 6 (15, 16). (in Russ.)
12. Prangishvili I.V. *Entropiynye i drugie sistemnye zakonomernosti: Voprosy upravleniya slozhnymi sistemami* [Entropy and other System Laws: Questions to the Management of Complex Systems]. Moscow, Nauka Publ., 2003.
13. Synzynys B.I., Tyantova E.N., Melekhova O.P. *Ekologicheskiy risk* [Environmental Risk]. Moscow, Logos Publ., 2005.
14. Shadrina A.V. [Simulation of Ecological and Urban Planning Security in Yekaterinburg]. *Arkhitekton: izvestiya vuzov. Prilozhenie* [Architecton University Proceedings. Appendix]. 2008, no. 22. (in Russ.)
15. Shitikov V.K., Rozenberg G.S., Zinchenko T. D. *Kolichestvennaya gidroekologiya: metody sistemnoy identifikatsii* [Quantitative Hydroecology: Methods of System Identification]. Tol'yatti, 2003.

Yuri V. Rumyantsev. Deputy director for production of civilian industry products, Federal State Unitary Enterprise “Russian Federal Nuclear Center – All-Russian Research Institute of Technical Physics named after academician E.I. Zababakhin”, (Snezhinsk), ryv19710615@gmail.com

Konstantin E. Gabrin, Doctor of Science (Economics), professor of the Department of Economics, Management and Investment, South Ural State University (Chelyabinsk), kenpta@yandex.ru

Received 10 June 2014