

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Мусихина Е.А.

*Национальный исследовательский «Иркутский государственный технический университет»,
Иркутск, e-mail: elena.science@ya.ru*

В статье представлена комплексная оценка экологического риска территории Иркутской области. Наличие в области большого количества промышленных объектов с опасными производствами, технологиями и материалами предопределяет реальную возможность возникновения техногенных аварий и катастроф. Естественными природными факторами риска являются землетрясения, оползни, ураганы, наводнения, лесные пожары, опасные инфекционные заболевания, эпизоотии и эпифитотии. Более того, многие природные ЧС возникают как следствие воздействия человека на природную среду. Городская экосистема должна проектироваться и развиваться на основе технологии комплексной оценки экологической емкости территорий, которая необходима для гармоничного развития территорий без деградации природных экосистем любого уровня. В Иркутской области наблюдается значительное загрязнение всех компонентов окружающей среды, что также сказывается на показателях состояния здоровья населения. Выявлена статистически значимая связь между показателями детской смертности и загрязнением природной среды. Комплексная оценка экологического риска по предлагаемой методике показывает, что природная среда исследуемой территории уже никогда не сможет восстановиться в первоначальном виде.

Ключевые слова: оценка экологического риска, природные риски, техногенные риски, медико-демографические показатели, технология

ECOLOGICAL RISK ASSESMENT OF IRKUTSK REGION TERRITORY

Musikhina E.A.

Irkutsk State Technical University, Irkutsk, e-mail: elena.science@ya.ru

In the paper the integrated ecological risk assessment of Irkutsk Region territory is presented. There are a lot of industrial objects with dangerous proceedings, technologies and materials, that predetermine a real possibility of anthropogenic accidents. Natural risk factors are earthquakes, landslides, hurricanes, floods, forest fires, dangerous infections, epizootics, and epiphytotics. Moreover, many of natural emergency situations are the consequences of anthropogenic influence on natural system. Urban ecosystem should be planned and developed on the basis of the technology of integrated assessment of ecological volume of the territory, which is necessary for harmonious urban development without any degradation of natural ecosystem. In Irkutsk region, there is a significant pollution of all environmental compounds, which affects people's health condition indicators in its turn. It is found that there is a statistically significant relation between infant mortality indicators and environmental pollution. The integrated ecological risk assessment based on the suggested methodology shows that natural system of the investigated territory will never be able to restore its original condition.

Keywords: ecological risk assessment, natural risks, anthropogenic risks, medical-demographic parameters, technology

Методология принятия решений, касающихся любых видов человеческой деятельности, должна базироваться на анализе рисков, как имеющихся, так и возможных. Тогда безопасность общества и окружающей природной среды будет определяться степенью защищенности от совокупности всевозможных рисков. В этом случае уровень безопасности для исследуемой системы определяется комплексным риском, который складывается из экологического, социально-экономического, техногенного и милитаристского рисков, согласно общепринятой классификации. В настоящее время только комплексный анализ риска является эффективным способом экспертирования как отдельных объектов, так и регионов. По предварительному анализу техногенных и природных рисков, Иркутская область относится к числу регионов повышенного класса опасности. В данной работе основное внимание уделяется экологическому риску, под которым понимается многоуровневая оценка вероятности появ-

ления негативных необратимых изменений в окружающей природной среде, вызванных антропогенным или иным воздействием, а также вероятностной мере опасности причинения вреда природной среде в виде возможных потерь за определенное время.

Расчеты экологического риска должны быть вероятностными и многовариантными, с выделением риска для здоровья человека и природной среды [1]. Используя время как универсальный показатель дисконтирования затрат на восстановление природной среды территорий, подверженных антропогенному воздействию, появляется возможность адекватно оценить эволюцию ее состояний, отследив переход количественных изменений, происходящих в системе, в качественные.

Объектом исследования, результаты которого изложены в данной работе, является природная экосистема Иркутской области, включающая такие компоненты или подсистемы, как почвенный покров, воздушная среда и водные объекты. **Предме-**

том исследования являются закономерности взаимодействия человека с природной средой как системой, в частности, методы оценки антропогенного загрязнения природных экосистем токсикантами промышленного и бытового происхождения, фторидами, пестицидами и нефтепродуктами.

В качестве методов исследования применялись: структурно-иерархическое пространственно-временное моделирование оценки риска эколого-экономического ущерба от воздействия на окружающую среду; системный анализ и комплексный анализ антропогенного воздействия на экосистемы.

Оценка техногенных и природных рисков территории Иркутской области

По своему ресурсному и индустриальному потенциалу, Иркутская область – один из немногих регионов России, имеющий все виды топливно-энергетических ресурсов. Общероссийское значение у области и по целому ряду ископаемых ресурсов, таких как золото, слюда, магнетит, тальк, калийная и поваренная соли, редкие металлы, железная руда и т.д. Высока вероятность открытия промышленных месторождений алмазов.

Уникальное сочетание топливно-энергетических, лесных и минерально-сырьевых ресурсов создает благоприятные предпосылки для развития электроэнергетики, цветной и черной металлургии, горнодобывающей, нефтехимической, лесной и целлюлозно-бумажной промышленности. При этом масштабы производства базовых для области отраслей значительно превышают потребности всей Восточной Сибири.

Концентрация промышленного производства на юге области в сочетании со сложной сейсмической обстановкой, климатическими и социальными условиями,

определяет повышенную зону риска для населения от техногенной опасности [5]. Обусловлено это тем, что на территории области имеются 8 городов, вблизи которых расположены опасные химические, биологические, радиационные и гидродинамические объекты, 4 трассы продуктопроводов (два нефтепровода, этиленопровод, керосинопровод) общей протяженностью более 1600 км. К факторам повышенного риска для населения следует отнести и транспортные коммуникации. Главной транспортной артерией области является Транссибирская железнодорожная магистраль, проходящая по южным, наиболее населенным районам области, и перевозящая ежегодно порядка 70 млн тонн грузов, значительная часть которых являются опасными.

Наличие большого количества промышленных объектов с опасными производствами, технологиями и материалами предопределяет реальную возможность возникновения техногенных аварий и катастроф. По данным Главного управления МЧС России по Иркутской области, за период с 1993 по 2000 гг. произошло более 270 чрезвычайных ситуаций, а с 2000 по август 2007 гг. было зарегистрировано 304 чрезвычайных ситуаций, в которых погибло 644 и пострадало 78739 человек. Материальный ущерб составил более 300 млн рублей. Более того, наблюдается явная тенденция увеличения как природных, так и техногенных чрезвычайных ситуаций (ЧС) в Иркутской области (табл. 1). В настоящее время подобная информация является закрытой. В довершение такой печальной статистики, показывающей явное преобладание техногенных ЧС, хочется заметить, что многие природные ЧС возникают как следствие воздействия человека на природную среду.

Таблица 1

Динамика чрезвычайных ситуаций

Год/Вид ЧС	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Август 2007	Всего
Техногенные	7	9	5	5	35	49	52	29	191
Природные	0	15	5	0	1	31	36	25	113

Естественными природными факторами риска на территории Иркутской области являются землетрясения, оползни, ураганы, наводнения, лесные пожары, опасные инфекционные заболевания, эпизоотии (заболевания животных) и эпифитотии (заболевание растений). Кроме того, значительная часть территории области располагается в Саяно-Байкальской сейсмически опасной зоне. Вплоть до 1980 г. ураганы и паводки были относительно редкими явлениями на

территории Иркутской области. Это позволяет предположить, что причиной их учащения является антропогенная деятельность, особенно вырубка леса. Более того, урбанизированные территории создают специфические условия развития почвенно-растительного покрова.

Город как фактор экологического риска

Сегодня город стал основным местом обитания людей. В целом по России в го-

родах и поселках городского типа проживает порядка 70% населения страны, в Иркутской области – 77%. Городская система относится к сложной слабоструктурированной социально-экономической системе с множеством прямых и обратных связей, носящих нелинейный характер. Город – специфическая пространственная среда, формирующаяся в процессе развития общества и являющаяся одним из высших проявлений цивилизации. Городское поселение, возникшее изначально как специфический вид окружения, противопоставленный окружающей среде, заключает в себе непреходящие ценности и уникальный опыт человеческой культуры. Характеризуется высокой компактностью, плотностью освоения, коммуникационной насыщенностью и такой концентрацией ресурсов, которая позволяет сосуществовать и эффективно сотрудничать большому количеству населения.

В современных условиях социально-экономическое развитие городов является важной стратегической составляющей муниципального управления, наряду с административно-правовым регулированием и бюджетной политикой. Основными функциями социально-экономического развития являются прогнозирование и анализ комплексного развития города, формирование сводного плана развития с составлением долгосрочного и краткосрочного плана развития территорий. Выработка стратегии социально-экономического развития, принятие решений на уровне муниципального управления предполагает информационно-аналитическую поддержку в виде информационной системы принятия решений, центральной составляющей которой является системное моделирование городских территорий.

Методологической основой моделирования социально-экономического развития городов является системный анализ, центральным моментом которого является построение единой модели развития территорий, отражающей важнейшие факторы и взаимосвязи реальной системы. На практике подразумевается создание комплекса моделей с ярко выраженными динамическими и информационными связями между моделями всех уровней.

Следовательно, городская экосистема, являясь длительно существующей, должна проектироваться и развиваться на основе технологии комплексной оценки экологической емкости территорий. Такая оценка необходима для гармоничного развития территорий без деградации природных экосистем любого уровня [6].

Характеристика качества природной среды Иркутской области

Воздушная среда исследуемых территорий испытывает постоянное негативное антропогенное воздействие, что не может не сказываться на ее качественных характеристиках. В частности, среднее количество загрязняющих веществ на каждого жителя городов Ангарска составит 636, Иркутска – 129, Шелехова – 607 и Братска в среднем приходится 398 кг в год загрязняющих веществ. Плотность выбросов на единицу площади, показывающая динамику суммарных выбросов в атмосферу от стационарных источников промышленных предприятий, также весьма негативна и составляет по территории для г. Ангарска – 1574, г. Иркутска – 449, г. Шелехова – 2576 и для г. Братска – 1047 тонн на км²

Сводная характеристика загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (марганец, фтор, хром, медь, свинец и цинк) за период с 1993 по 2007 годы показывает, что во всех населенных пунктах территории области наблюдается постоянное увеличение концентрации загрязняющих веществ в почвенных пробах, что свидетельствует о накоплении токсикантов.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами, выявленными в поверхностных источниках области, являются: нефтепродукты, ртуть, медь, органические и азотсодержащие вещества, сульфиды, сероводород, лигнин и формальдегид. Таким образом, водная среда исследуемых территорий как компонент природной системы испытывает самые значительные воздействия. При этом водные ресурсы г. Братска содержат максимальное количество загрязняющих веществ.

Влияние экологических рисков на здоровье населения

Исследования методами формального анализа зависимости медико-демографических показателей здоровья населения от факторов природной среды показали статистически значимую связь между показателями смертности и параметрами природной среды [6]:

- между младенческой смертностью и степенью загрязнения водоемов – $r = 0,51$;
- между перинатальной смертностью и загрязнением атмосферного воздуха – $r = 0,55$;
- между перинатальной смертностью и радиацией – $r = 0,68$;
- между мертворождаемостью и загрязнением атмосферного воздуха – $r = 0,61$.

Значение коэффициента корреляции (r) варьируется в пределах 0,51-0,68, что

указывает на статистически значимую зависимость исследуемых параметров и подтверждает вывод о влиянии экологических факторов на состояние здоровья населения.

Технология комплексной оценки экологического риска

Идея новой технологии всегда опирается на имеющиеся теоретические научные знания, но ход последующего развития во многом зависит от накопленного практического опыта. В данном исследовании технология понимается как особая форма научно-технических знаний, переходящая от фундаментальных и прикладных научных знаний (представленных открытиями, изобретениями, научными статьями и др.) к техническим знаниям (зафиксированным в проектах, технической документации и др.). Предлагаемая технология комплексной оценки экологической емкости территорий подразделяется на два вида [6].

I. Комплексная оценка *урбанизированных территорий*, которая включает следующие этапы:

1. Определение основных источников загрязнения природной среды.
2. Мониторинг природной системы по компонентам системы (подсистемам).
3. Расчет фрактальной размерности природной среды по параметру порядка.
4. Расчет экологического ущерба по традиционной методике.
5. Расчет экологического ущерба по пространственно-временной методике с применением коэффициента пропорции.
6. Анализ распространения воздействия по пространственно-временной методике с целью построения моделей и графиков по подсистемам природной системы.
7. Графическое представление пространственно-временной модели, построенной на основе полученных данных с целью выявления областей наложения воздействия (рисунок).



Визуализация оценки комплексного риска ущерба

8. Определение и вычисление площадей областей наложения различных видов антропогенного воздействия.

9. Расчет эколого-экономических рисков при планировании новых производств.

10. Определение экологической емкости территорий на основе полученных данных.

11. Принятие мер, в том числе превентивного характера, с целью исключения наложения воздействий.

12. Создание буферных зон («зеленых» поясов климактерического вида растительности) между поселениями различных типов.

II. Комплексная оценка *осваиваемых территорий*, которая должна производиться на стадии инженерных изысканий и включает следующие этапы:

1. Общий мониторинг природной среды в естественных условиях.

2. Расчет фрактальной размерности природной среды по параметру порядка с целью выявления ее устойчивости к различным видам воздействия.

3. Планирование развития и освоения территорий с учетом уникальности природных ландшафтов.

4. Расчет экологического ущерба по традиционной методике.

5. Расчет экологического ущерба по пространственно-временной методике с применением коэффициента пропорции.

6. Расчет эколого-экономических рисков при планировании и размещении производств по пространственно-временной методике.

7. Определение границ поселений с целью планирования буферных зон.

8. Определение границ и площадей буферных зон.

9. Графическое представление предполагаемых областей воздействия на основе пространственно-временного моделирования.

10. Мониторинг природной среды с целью выявления неучтенных обстоятельств.

11. Определение экологической емкости территории на основе полученных данных.

12. Принятие превентивных мер на основе данных мониторинга.

Комплексная оценка природной среды Иркутской области с учетом наложения предполагаемого риска по всем компонентам и по всем трем иерархическим уровням представлена в табл. 2 и показана на рисунке. Почвенному покрову промышленной зоны как самому статичному элементу природной среды на естественное восстановление от столь длительного и интенсивного воздействия понадобится самый большой интервал времени – порядка 15150 лет. Очевидно, природная среда исследуемых территорий уже никогда не сможет восстановиться в первоначальном виде.

Таблица 2

Комплексный экологический риск по исследуемым территориям

	Почвы			Воздух			Вода		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ангарск	3930	735,6	130,93	555,6	85,42	17,94	233,9	23,39	2,34
Иркутск	10620	1585,97	301,08	163,72	28,85	6,46	506,08	50,61	5,06
Шелехов	600	30,28	3,94	701,24	41,76	6,41	142,12	14,21	1,42

Заключение

Приведенные технологические схемы позволяют реализовать эколого-экономический компромисс взаимодействия человека с природной средой. Внедрение предлагаемой технологии необходимо не только для достижения экономического эффекта, но и, прежде всего, для сохранения здоровья человечества, так как ущерб, причиненный окружающей среде, в свою очередь, наносит ущерб человеку как биологическому виду и как личности. Население Земли должно понять, что затраты на ликвидацию последствий нерационального природопользования будут увеличиваться, а антропогенное влияние будет возрастать, пока каждый человек в отдельности и общество в целом не изме-

нит своего отношения к ресурсам Земли. Общество, само по себе являясь самоорганизующейся системой, должно сделать свой выбор.

Список литературы

1. Анализ, оценка и управление рисками на уровне региона: техногенные, природные и социальные аспекты: сборник научных трудов областной научно-практической конференции Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН. – Иркутск, 2001. – 371 с.
2. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. – М.: Наука, 2001. – 375 с.
3. Кузьмин С.Б. Опасные геоморфологические процессы и риск природопользования. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2009. – 195 с.
4. Мусихина Е.А. Технология комплексной оценки экологической емкости территорий на примере Иркутской области. – Германия: Изд-во LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co, 2011. – 238 с.
5. О состоянии окружающей среды Иркутской области: государственные доклады за 1997-2009 гг.