

Промышленная экология и биотехнологии. Экология (по отраслям)

УДК 504.064.2.001.18

ГРНТИ 87.15.03

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

Курагин Антон Валерьевич

Аспирант

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина
Россия, г. Рязань

Аннотация: В статье рассмотрены методы оценки экологических рисков через анализ причин их появления. Более подробно описаны следующие модели: бальная система с уникальной итеративной процедурой, иерархическая модель с применением разносторонних показателей и методика «двумерного» установления уровня риска, которая применяется в рамках количественного анализа. Определены результаты успешного применения оценки рисков. Для наиболее эффективной оценки экологических рисков территорий и объектов применяется мониторинг окружающей среды с помощью геоинформационных систем (ГИС).

Ключевые слова: экологический риск, окружающая среда, экология, геоинформационная система, оценка риска, метод оценки риска.

RESEARCH OF METHODS AND ALGORITHMS FOR ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT

Kuragin Anton V.

graduate student

Ryazan State Radio Engineering University
Russia, the city of Ryazan

Annotation: The article discusses methods of assessing environmental risks through the analysis of the causes of their occurrence. The following models are described in more detail: a point system with a unique iterative procedure, a hierarchical model with the use of versatile indicators and a method of "two-dimensional" determination of the level of risk, which is used in the framework of quantitative analysis. The results of successful application of risk assessment are determined. For the most effective assessment of environmental risks of territories and objects, environmental monitoring using geoinformation systems (GIS) is used.

Keywords: environmental risk, environment, ecology, geoinformation system, risk assessment, risk assessment method.

Поскольку риск существует во всех сферах человеческой деятельности, как частной, так и профессиональной, оценка риска представляет собой анализ причин, вызывающих риск, с целью более эффективного снижения его вероятности и последствий. Существует множество методологических рекомендаций в области охраны окружающей среды, которые служат руководством для методологии оценки рисков. Оценки рисков и их ключевые принципы, подробно описанные в этой статье, также могут быть использованы в разработке процесса принятия решений.

Общее понятие риска связано с действиями или решениями, которые могут привести к нежелательным последствиям. Это означает, что подходы, основанные на риске, сосредоточены на негативных воздействиях и их предотвращении.

Оценка рисков является одним из этапов общей процедуры управления рисками. Управление рисками - это метод, используемый для выявления, характеристики, количественной оценки, степени уменьшения потерь от действий или решений, которые могут привести к нежелательным результатам. Первый шаг общей процедуры включает в себя идентификацию риска, следующий шаг включает оценку рисков, все дальнейшие шаги касаются таких вопросов, как готовность мириться с последствиями и выбор подхода для снижения неприемлемых рисков.

Результатом применения актуальных и успешных методов оценки экологических рисков являются:

- снижение вероятности наступления негативных последствий на окружающую среду или отдельные объекты;
- выработка комплексного анализа вероятности возникновения аварий;
- оценка уровня возможного ущерба;
- установление причины, влияющие на процесс повышения уровня экологического риска.

Для определения процесса оценки экологического риска, как совокупного объема риска в некоторой форме, определяют количественные вероятностные характеристики возможного ущерба [1].

Существует большое количество обособленных методов и алгоритмов оценки данного вида риска, что связано с разнообразием видов рисков и форм рискованных ситуаций. Стоит выделить бальную систему оценки возможности наступления негативных последствий реализуемой деятельности, отражающихся на экологии территорий и объектов.

Здесь применяется уникальная итеративная процедура, согласно которой устанавливаются факторы, помогающие повышению уровня напряженности. Осуществляется частичное суммирование анализируемых факторов, так, чтобы каждый последующий фактор, который учитывается в оценке был пропорционален разнице между максимальным значением – 5 баллов, получаемой по результату анализа оценкой. При исследовании влияния экологического риска по определенной совокупности факторов, применяется следующая формула бальной оценки:

$$S_n = S_{n-1} + b_{n-1} \frac{M - S_{n-1}}{M} \quad (1)$$

В данном случае, S_n – получаемая совокупная оценка n факторов, b_n - оценка значимости n -го фактора в баллах, M – итоговое максимальное количество баллов по значению ($M=5$).

В целом, относительно любых значений показателя, а также значений b_n , не превышающих M , больше нуля, итоговое значение оценки риска будет постепенно приближаться к M . Можно сказать, что получаемый результат по формуле будет зависеть лишь от обособленных факторов, а не от алгоритма и порядка их оценки. Применяемая интерпретация возможной градации выделенных бальных оценок по обособленным компонентам природной среды отражена в таблице ниже [2].

Таблица 1. Система балльных оценок риска нарушения экологического состояния

Балл	Уровень загрязнения воздуха	Уровень состояния почвенного покрова	Возможная опасность для загрязнения гидросферы	Уровень состояния зеленых насаждений	Итоговая оценка возможного влияния
0-1	Допустимый	Оптимальный	Сниженная	Здоровые	Благоприятная
1-2	Слабый	Удовлетворительная	Очень низкая	Ослабленные	Условно благоприятная
2-3	Умеренно сильный	Умеренно-опасное	Средняя	Существенно ослабленные	Умеренно неблагоприятная
3-4	Сильный	Опасное	Повышенная	Усыхающие	Напряженная
4-5	Опасный	Высоко опасное	Опасная	Сухостойные	Опасная

Формируется некоторая верхняя граница максимального значения, которая осуществляется в рамках ранжирования значимости обособленных факторов. Чтобы установить выбранные значения балльных оценок возможного возникновения риска реализуется переход к балльной шкале от градаций с помощью метода линейной интерполяции.

Подобный метод используется специалистами, но не является приоритетным в этой области, так как не является информативным.

Следующий возможный метод оценки - это анализ иерархий экологического риска. В данном случае, оценка экологического риска будет иметь совокупный характер, базирующийся на применении разносторонних показателей. Чтобы произвести её важно проанализировать структуру получаемого экологией ущерба, который приводит данные к общей нормированной структуре (шкале) оценок. Здесь проявляется иерархическая модель, отраженная на рисунке 1.

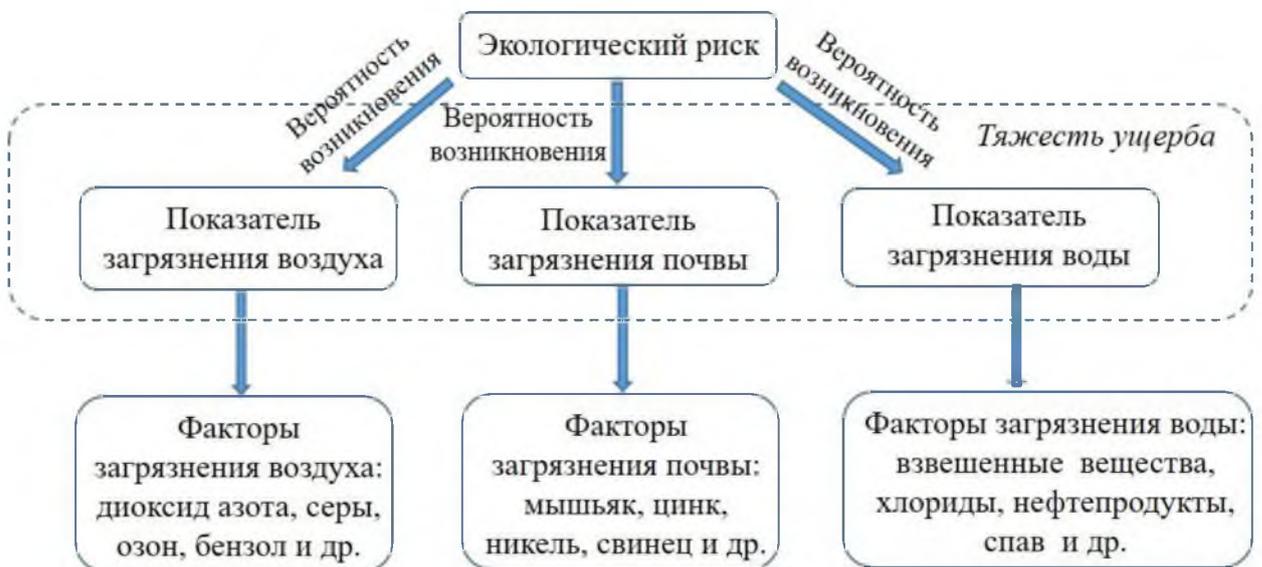


Рисунок 1. Иерархическая модель оценки экологических рисков

Формируемая в этой иерархии модель имеет пятиуровневую шкалу, которая в себе имеет количественные показатели: от 1 до 3 – несуществующий риск, от 4 до 6 – малый риск, от 7 до 9 – средний риск, от 10 до 16 – большой риск, от 17 до 25 – катастрофический риск. Факторы, провоцирующие наступление ущерба для экологии выявляются с помощью количественной оценки по формуле [3]:

$$K = \frac{SUM}{i} [C_i, O_i, E_i, r_{gi}, g_{yi}], i \in I_s, \quad (2)$$

где C_i - значение концентрации загрязняющего вещества, O_i - простая оценка из множества характеристик I_s , E_i - экспертные оценки, r_{gi} – уровень квалификации, g_{yi} – вес участия фактора.

В целом, в рамках системы оценки осуществляется измерение общей концентрации возможного выброса загрязняющих веществ, а также формирование процесса нормирования оценок согласно функционалу величин, уточнению интегральных показателей.

Подобная методика оценки является довольно оптимальной, требующей тщательного изучения показателей и факторов, влияющих на процесс осуществления воздействия, вызывающего возможность формирования экологического риска.

Ещё одним алгоритмом оценки экологических рисков, является мониторинг окружающей среды в рамках применения геоинформационных систем (ГИС) и сопутствующих технологий. Среди наиболее приоритетных целей использования данных систем можно назвать возможность оценки вероятности возникновения опасных экологических ситуаций территорий и объектов, возможного оперативного предупреждения и выявления экологических рисков, предпосылок их формирования [4].

Приведем блок-схему применяемой сегодня системы мониторинга экологического риска, реализуемого в рамках применения ГИС-технологий.



Рисунок 2. Блок-схема применяемой сегодня системы мониторинга [5]

Подобный алгоритм ориентирован не только на наблюдение за возможностью возникновения риска, а именно на формирование прогноза экологических рисков. Он является успешным средством определения возможного возникновения негативных последствий промышленности или иной деятельности на окружающую среду. ГИС-технология в себе несет возможность выявления интегрального анализа присутствующих показателей среды. Исходными данными являются: результаты анализов загрязнения отдельной территории или объектов (почв, воздуха, воды), исследования уровней воздействия. Подобная оценка в рамках ГИС-технологий помогает установить текущее состояние экологии на отдельно взятой территории или объекте, и сформировать показатель вероятной опасности в форме тематических экологических карт.

Также можно применять методику «двумерного» установления уровня риска, которая применяется в рамках количественного анализа. Здесь проводится изучение вероятности события, влияющего на меру возможных последствий реализации воздействия, отражающихся на экологии [6]. Здесь используется система формул. Когда

негативные последствия от деятельности могут наступить в течение некоторого периода, данные возможного риска оцениваются в рамках суммы ущербов:

$$R = \sum_{i=1}^n p_i U_i, \quad (3)$$

где R - количественная оценка возможного риска, n – число вариантов возникновения негативных последствий, P_i – общая вероятность наступления риска, U_i – величина риска в стоимостном выражении, которую можно выразить:

$$U = \sum_{i=1}^n W_i C_i, \quad (4)$$

где W_i - совокупная единица оцениваемого риска по отдельным показателям, C_i – стоимость i -ой единицы риска на один показатель согласно его социально-экономическому значению.

При определении непрерывной зависимости вероятности возникновения P_i от сущности риска, можно получить выражение интегрального вида:

$$R = \int_{-\infty}^{\infty} uP(u)du, \quad (5)$$

где u – количественный показатель ущерба.

А вот если риск может наступить при возникновении двух и более, вовсе не зависящих друг от друга случаев, используется формула оценки среднего риска [7]:

$$R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij} U_i, \quad (6)$$

где P_{ij} – общая возможность наступления риска.

Условная вероятность возникновения риска из предыдущей формулы может быть определена по формуле:

$$P_{ij} = P_j P_i(j), \quad (7)$$

где P_j определяют возможность возникновения риска.

Подобный метод оценки уровня экологического риска, является довольно распространенным и успешным, так как имеет достаточное количество вариативных случаев.

Проанализированная область оценки экологических рисков не является исчерпывающей. По итогу проведенного исследования оптимальным является совместное использование ГИС совместно с методом «двумерного» установления рисков, который моделирует вариативность событий. ГИС же помогает связать присутствующую разнородную геохимическую и геофизическую информацию, отдельные количественные данные, реализовывать совокупную интерпретацию данных в рамках ранжирования территории и объектов согласно уровню устойчивости, формировать оперативные выводы по взаимосвязи природных объектов.

Сегодня ГИС является наиболее эффективным инструментом для комплексного и своевременного экологического мониторинга территорий и объектов.

Список литературы:

1. Циденов Б. Б. Классификация, анализ методов оценки экологического риска с позиций его экономических последствий// Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2020. - №10. – С. 259-261.
2. Клепиков О. В. Самойлов А. С. Ушаков И. Б. Попов В. И. Куролап С. А. Комплексная оценка состояния окружающей среды промышленного города// Гигиена и санитария. – 2018. - №8. – С. 686-690.
3. Куракина Н. И. Ивлиев И. А. Методы оценки экологических рисков на основе разносторонних данных// Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2015. - №2. – С. 46-51.
4. Неделина Д. О. Использование геоинформационных систем для прогнозирования и предотвращения экологических рисков// Молодой ученый. – 2017. - №7. – С. 166-168.
5. Сегал А. М. Арустамов Э. А. Балакин В. А. Оценка экологического состояния территории и мониторинг окружающей среды с использованием ГИС-технологий// Вестник Евразийской науки. – 2018. - №2. – С. 3-8.
6. Дмитриев В. Г. Оценка экологического риска. Аналитический обзор публикаций// Арктика и север. – 2014. - №2. – С. 126-146.
7. Липина Л. Н. Усиков В. И. Использование геоинформационных технологий для оценки прогноза состояния окружающей среды// Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2018. - № 8. – С. 46-53.

