

Оценка экологического риска воздействия химических веществ

Оценка экологического риска определяет вероятность возникновения неблагоприятного события для человека, животных, растений и микроорганизмов в результате воздействия стресс-факторов, к которым относятся: 1) химические вещества; 2) растения или животные – интродуценты; 3) изменения физических условий среды обитания (например, строительство метро).

В зависимости от объекта воздействия (человек/любой живой организм), оценка риска называется «оценкой для здоровья человека» или «экологической оценкой риска». Термин «оценка экологического риска» включает оба понятия. Оценка риска для здоровья человека от воздействия химических веществ определяет вероятность негативного воздействия химического вещества на здоровье индивидуума или населения в целом. Например, такая оценка позволяет предсказать увеличение заболеваемости раком, в результате влияния обладающего канцерогенными свойствами вещества. Оценка экологического риска от воздействия химических веществ определяет вероятность и степень негативного воздействия на животных, растений и микроорганизмов, населяющих различные среды (вода, почва, воздух).

Области применения

Оценка экологических рисков проводится на разных уровнях, начиная с локального (например, аварийный выброс на заводе или снос пестицида за пределы обрабатываемого участка), регионального (загрязнение водосборов рек) и заканчивая глобальным уровнем прогноза (загрязнение заливов и океанов). Директивные органы государственных учреждений и частных предприятий используют оценку экологических рисков для принятия решений в области охраны окружающей среды. Информация по экологическим рискам также может быть полезна населению при выборе продуктов питания и бытовых товаров.

В зависимости от целей анализа оценка экологического риска может быть ретроспективной и перспективной. Ретроспективная оценка экологического риска используется для анализа неблагоприятных последствий уже случившегося воздействия (например, после выброса химических веществ в воздух). Перспективная оценка экологического риска используется для прогноза вероятности возникновения неблагоприятных последствий (например, до регистрации и поступления моющих средств в продажу необходимо установить нормативы допустимых сбросов и выбросов, на основе которых и будет проведена оценка экологического риска).

Оценка рисков является ценным аналитическим инструментом, который позволяет:

1) установить нормативы содержания химических веществ в почве, воде и в воздухе в зависимости от целей предполагаемого хозяйственного использования (например, водные объекты хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, сельскохозяйственная продукция);

2) определить порядок действий в области управления окружающей средой, например, как максимально эффективно преобразовать территорию старой фабрики в парк или жилой многоквартирный дом.

Приведём пример использования процедуры оценки рисков на практике:

а) рекомендации по нормам применения пестицида в саду, т.е. определение концентрации, не оказывающей негативное воздействие на птиц, пчёл и других опылителей;

б) отклонение регистрации нового химического вещества или определенные экспертные рекомендации на основе высокого риска загрязнения грунтовых вод;

в) оценка возможных негативных эффектов в случаях, когда химическое вещество, попадая в объект окружающей среды (например, в воду), может быть токсично для обитающих в этой среде живых организмов (например, рыб).

Основной подход

Риск неблагоприятного события зависит как от степени воздействия химического вещества, так и от химической опасности этого вещества. Степень воздействия определяется исходя из того, как часто и в каком количестве живой организм (растение, животное, человек) контактирует с химическим веществом. Опасность – это способность химического вещества оказывать негативное воздействие. Опасность зависит от физико-химических и экотоксикологических свойств вещества.

Риск – это возможность реализации опасности (прежде всего токсичности) химического вещества в зависимости от условий окружающей среды и от степени воздействия (рис. 1).



При оценке экологического риска требуются данные о поведении в окружающей среде и экотоксикологии химического вещества, которые содержат следующую информацию: 1) период разложения в окружающей среде (стойкость химического вещества); 2) миграционная способность (подвижность, летучесть); 3) растворимость в воде и в органических растворителях; 4) коэффициенты биоаккумуляции в живых организмах; 5) показатели острой и хронической токсичности. Токсичность химического вещества – это связь между количеством вещества (дозой) и степенью выраженности биологического эффекта. Для определения токсичности ученые в лабораторных условиях устанавливают концентрацию токсиканта, которая не оказывает неблагоприятного воздействия на рыб, например не приводит к снижению численности потомства, последнее и будет мерой токсичности вещества для рыб. С другой стороны, фактическое содержание химического вещества в воде, где живет рыба, является мерой воздействия вещества на эту рыбу. В таком случае под риском понимается вероятность причинения вреда и количество этого вреда. В приведенном примере риск – это вероятное пропорциональное сокращение числа потомков.

Основные компоненты

Оценка экологического риска обычно состоит из нескольких компонентов, иногда обозначаемых разными терминами.

Формулирование проблемы

Определение цели и задач оценки риска. Разработка плана и техзадания. Ответы на вопросы: Кто? Что? Где? Почему? Зачем? и Как?

Оценка воздействия

Оценивается вероятность и интенсивность воздействия (как часто и сколько). При оценке химических веществ определяются способы поступления (например, через питье) и пути воздействия (оральный, контактный, при вдыхании).

Оценка опасности

Исследуется, каким образом и при каких обстоятельствах химическое вещество вызывает неблагоприятные последствия, определяется вид и сила этих последствий.

Характеристика риска

Анализируется информация о воздействии и опасности. Результаты могут быть представлены в виде бинарного ответа «да» или «нет» или вероятности. Они также могут

быть представлены в виде одного значения (детерминированный подход) или диапазона значений (вероятностный подход).

Оценка неопределенностей

Описываются источники неопределенности (такие как экстраполяция данных по лабораторной крысе на человека или отсутствие данных, используемых при проверке гипотез о воздействии химического вещества).

Выводы

Разнородные данные, включающие результаты характеристики риска и оценки неопределенностей, объединяются на основе совокупности доказательств. Весомость доказательств в оценке химического риска определяется в процессе сбора, взвешивания и оценки доказательства. Совокупностью доказательств токсичности химического вещества будет как использование концентрации токсиканта в донных осадках, воде и в растениях для оценки риска его негативного воздействия на уток при потреблении в пищу, так и использование данных по выживаемости утят в загрязненном пруду. На *рис. 2* показана взаимосвязь основных компонентов процедуры оценки риска.



Описание процесса

Оценка экологического риска – это многоуровневый процесс, в котором на каждом уровне требуется определенное количество данных. Например, на первом уровне оценки с учетом минимального количества данных можно быстро получить информацию о возможной экологической угрозе окружающей среде и здоровью человека. Оценка первого уровня часто называется скрининговой оценкой риска. Такая оценка основана на максимально простых и превентивных допущениях, которые могут переоценивать риск возникновения неблагоприятного события. Следовательно, оценка первого уровня будет иметь самый высокий коэффициент безопасности. В большинстве случаев на первом уровне оценки сравниваются концентрации химических веществ с предельно-допустимыми концентрациями (ПДК) этих веществ в объектах окружающей среды. Если концентрации химических веществ ниже ПДК, то риск возникновения неблагоприятного события минимален. И наоборот, если концентрации превышают ПДК, то необходимо провести дополнительный анализ рисков. В этом случае используется большее количество данных и более сложные математические модели прогноза.

Ключевые игроки

Оценщик риска: индивид, группа или объединение лиц, имеющие подготовку и опыт в области оценки рисков.

Менеджер по рискам: индивид, группа или организация, несущие ответственность или уполномоченные предпринимать меры в ответ на выявленный риск.

Заинтересованное лицо: индивид, группа или организация, заинтересованные в результатах оценки рисков.

Ученые-экологи: специалисты в различных областях наук (геология, гидрогеология, химия, токсикология, почвоведение и тд), предоставляющие данные для оценки риска.

Связь с экологическим менеджментом?

Оценка экологических рисков проводится для анализа воздействия химических веществ на объекты окружающей среды. Данный такой оценки вместе с результатами технико-экономического обоснования и ответами на юридические и политические вопросы, используются для принятия решений в области экологического менеджмента. Например, план действий с минимальными экологическими рисками, может оказаться слишком дорогим или технически невозможным. Таким образом, несмотря на то, что оценка рисков предоставляет специалистам по управлению рисками важную информацию, она является лишь частью всего процесса принятия экологически важных решений.

Пример 1 – оценка экологического риска после аварии.

В результате аварии большое количество химического вещества попало в реку вверх по течению от города. Имеются сообщения о зараженных моллюсках в районе аварии. Должностные лица немедленно проводят аварийно-спасательные мероприятия. Власти города вводят запрет на использование речной воды для питья, на рыбалку и плавание на время ликвидации последствий аварии. Одновременно с этим ученые занимаются оценкой нанесенного воздействия и разработкой плана очистки загрязненной территории. Вдоль береговой линии ученые отбирают образцы почвы, донных отложений и речной воды. Они также берут на анализ растительную биомассу и рыб. Образцы анализируются на содержание опасного химического вещества. Через несколько недель в результате очистки большая часть разлившегося вещества удаляется из реки и берутся пробы для проведения ретроспективной оценки экологического риска. Результаты такой оценки используются для анализа воздействия оставшихся химических веществ на людей и речную экосистему, а также для определения необходимости дальнейшей ремедиации. При оценке риска для здоровья человека анализируется воздействие остаточного количества вещества на детей и взрослых, которые могут использовать речную воду в качестве питьевой воды, купаться и потреблять рыбу. Токсичность вещества (зависимость «доза-эффект») для человека определяется на основе разработанных регулируемыми органами показателей. В приведенном примере ученые обнаружили, что вещество не вызывает рак, но поражает нервную систему при высоких уровнях воздействия. Уровень воздействия, не связанный с какими-либо ожидаемыми побочными эффектами (референсная доза), хорошо известен и был определен на основе лабораторных исследований. Пероральная доза рассчитывается с использованием измеренных концентраций в воде и рыбе, а также таких данных как масса тела и скорость потребления питьевой воды. Используемые для расчетов данные отражают случай «обоснованного максимального воздействия». В конечном итоге, риск для населения оценивается путем сравнения потенциальной (экспозиционной) дозы с референсной (на основе токсичности) дозой. Если экспозиционная доза меньше референсной дозы при всех сценариях воздействия, риск признается допустимым, и, следовательно, город снова начинает пить речную воду и использовать реку в рекреационных целях.

Оценка экологического риска анализирует влияние остаточного количества вещества в реке на водные растения, рыб, моллюсков, а также на питающихся ими птиц и млекопитающих. В отличие от известных значений токсичности вещества для млекопитающих и гидробионтов, значения токсичности для растений и птиц обычно отсутствуют. В связи с этим неблагоприятное воздействие на живые организмы оценивается с учетом неопределенностей для растений и птиц. Результаты оценки риска в этом примере показывают, что, несмотря на гибель моллюсков сразу после аварии, неблагоприятного

воздействия остаточного количества разлившегося вещества на популяции организмов в этом районе не ожидается, что подтверждает эффективность очистки. После ремедиации для восстановления сообщества моллюсков в пострадавшем районе были интродуцированы виды моллюсков из незатронутого местообитания вверх по течению.

Пример 2 – оценка экологического риска для новых веществ

Компания разработала новую препаративную форму пестицида, для которой в рамках регистрационного процесса необходимо провести оценку рисков негативного воздействия на человека и окружающую среду. При этом тщательно исследована опасность нового продукта, известны физико-химические свойства, по которым это вещество быстро разлагается в окружающей среде, не аккумулируется в живых организмах и не передается по пищевым цепям. В результате лабораторных тестов определены показатели токсичности нового вещества для почвенных организмов (представлены дождевыми червями), растений (представлены люцерной), млекопитающих (представлены мышами), рыб (представлены толстоголовыми гольянами) и всеядных птиц (представлены перепелами). Концентрации вещества в почве, воде, воздухе определены, исходя из максимальной нормы применения и физико-химических свойств этого вещества. С помощью математических моделей прогноза рассчитаны концентрации нового препарата в грунтовых водах и в ручье вблизи потенциальной фермы. Воздействие на гипотетические организмы оценивается с использованием расчетных концентраций в окружающей среде и допущений о воздействии по умолчанию в зависимости от массы тела и скорости потребления. Результаты показывают, что неблагоприятного воздействия почти на все организмы за исключением моллюсков не ожидается. В связи с этим компания обязана провести серию тестов на токсичность нового пестицида для гидробионтов, включая моллюсков до завершения процедуры регистрации пестицида.

Анжелика АСТАЙКИНА, Аграрный центр МГУ