

© В.Ф. Шуйский,
Т.В. Максимова, 2003

УДК 502.55

В.Ф. Шуйский, Т.В. Максимова

**КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО
УЩЕРБА ГИДРОЭКОСИСТЕМАМ НА ОСНОВЕ
АНАЛИЗА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА**

овременная нормативно-методическая база оценки техногенного ущерба водоемам и водотокам рыбохозяйственного использования [1–15] представляется несовершенной. Основным нормативным актом является "Временная методика оценки ущерба, наносимого рыбным запасам в результате строительства, реконструкции и расширения предприятий, сооружений и других объектов и проведения различных видов работ на рыбохозяйственных водоемах" 1990 г., утвержденная Госкомприродой и Минрыбхозом по согласованию с Минфином. Эта методика обладает множеством очевидных, существенных недостатков.

1) Прежде всего, в расчет принимаются только краткосрочные последствия вмешательства в экосистему (до 2-5 лет). При этом некоторые важные компоненты ущерба игнорируются, а многие его учитываемые составляющие учитываются неправильно. Ход дальнейшего развития вызванных изменений экосистемы вообще не принимается во внимание, хотя в реальности общая величина ущерба гидроэкосистеме определяется, в основном, именно многолетней динамикой состояния абиотической среды и биоты. Действие многих техногенных факторов характеризуется пролонгированным, кумулятивным эффектом, который может усиливаться постепенно в течение многих лет или проявиться скачкообразно, по истечении длительного латентного периода.

2) Резко ограничено количество учитываемых факторов, лимитирующих биоту. Практически, представление о техногенном воздействии сводится к явлениям взмучивания и интенсификации седиментационных процессов, дампинга, временного и безвозвратного отчуждения некоторых участков акватории. Причем зоны лимитирующего действия этих факторов выделяются весьма условно — не по градиентному, а по бинарному принципу. Различаются только возможные две ситуации: 1) "фактор действует – биота полностью гибнет"; 2) "фактор не действует – биота не реагирует". На самом же деле, любое техногенное воздействие имеет гораздо более сложный характер и создается множеством мультиколлинеарных, неаддитивно взаимодействующих факторов. Уровень результирующего воздействия этих факторов распределяется по акватории континуально, имеет градиентный характер.

3) Ущерб гидроэкосистеме в натуральном выражении необоснованно отождествляется с количеством продукции рыбного населения (ихтиоценоза), недополученной человеком. Вся остальная часть гидробиоценоза рассматривается лишь как кормовая база рыб, антропогенное угнетение которой приводит к снижению рыбопродукции. Соответственно, техногенные изменения некоторых (далеко не всех) параметров среды воспринимаются лишь в этом аспекте. Таким образом, без внимания остаются сложные техногенные

изменения естественных условий, первичные и вторичные загрязнения, изменения уникального видового состава биоты, ее биоразнообразия, перестройки биоценоза, связей (трофических, паразитарных, эволюционных, аллелохимических и др.). Известно, что указанные неучтенные факторы во многом обуславливают резистентную и упругую устойчивость гидроэкосистемы, определяют ее способность к саморегуляции, детерминируют ход сукцессии и, в итоге, предопределяют качество водной среды.

4) Особо следует отметить, что в расчетах не учитывается нарушение способности гидроэкосистемы к самоочищению, характерное для техногенных сукцессий. В первую очередь, речь идет о разрушении природного "биофильтра" — гибели организмов-фильтраторов. При этом в биоценозе возрастает роль редуцентов, основные потоки вещества и энергии направляются по "детритному" пути, что сопряжено с постепенным ухудшением качества водной среды. Практика показывает, что трофическая структура техногенно нарушенных сообществ не восстанавливается даже после полного прекращения воздействия.

5) Не предусмотрен учет неизбежных изменений абиотической среды и биоты, обусловленных эксплуатацией сооружений объектов как в нормальном режиме, так и при вероятных чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. Игнорируется вероятностный характер и сложность сценариев развития возможных экологически опасных событий и их возможных последствий.

6) Согласно принятому алгоритму, следует оценивать ожидаемый ущерб (т.е. недополученную рыбопродукцию) двумя альтернативными путями: как следствие прямого лимитирования рыбного населения и как результат угнетения кормовой базы. Затем предписывается сравнить полученные величины и выбрать большую из них, которая якобы и будет соответствовать искомому значению нанесенного ущерба. При этом считается, что меньший из двух показателей автоматически включается в больший. На самом деле, причинно-следственные связи формирования ущерба гораздо сложнее. Прямые воздействия на рыб и их кормовую базу могут быть тесно, сложно взаимосвязаны и взаимообусловлены. Необходим более адекватный подход к оценке сложного техногенного воздействия на рыбопродукцию.

Расчет ущерба строится на многих явно ошибочных допущениях. Так, недополученная рыбопродукция с участка акватории, отчуждаемого безвозвратно, учитывается однократно – берутся потери за 1 год. Недополученная рыбопродукция с участка акватории, отчуждаемого временно, учитывается многократно. Обычно принимается, что зообентос восстановится через 5 лет, зоопланктон – через 2 года. В связи с этим возникает абсурдная ситуация: получается, что ущерб гидроэкосистеме от безвозвратного отчуждения акватории в несколько раз меньше, чем от временного отчуждения. Кроме того, реальные сроки восстановления конкретного сообщества могут сильно отличаться от указанных, т.к. сильно зависят от его видового состава. Так, в зависимости от роли стенобионтных видов и длительности жизненных циклов основных форм, бентос может восстановиться намного быстрее

или медленнее, чем за 5 лет. При этом некоторые виды (наиболее стенобионтные, эндемичные, реликтовые, длительно живущие, сессильные, и др.) исчезнут безвозвратно.

Таким образом, согласно действующей "Временной методике..." ущерб рыбному населению определяется недостаточно адекватно, а прочие гидроэкологические и природоохранные аспекты (в том числе, принципы экологического нормирования, питьевого, хозяйственного, рекреационного водопользования) вообще не учитываются.

В связи с рассмотренными недостатками "Временной методики...", ее применение заведомо обуславливает недопустимо грубую оценку ущерба, в подавляющем большинстве случаев – резко занижает его реальную величину. По нашим данным, расчетная величина техногенного ущерба гидроэкосистемам часто оказывается меньше его истинной величины на несколько порядков. Однако иногда применение "Временной методики..." способно дать и несколько завышенную оценку ущерба.

Предлагается более адекватный подход к оценке техногенных воздействий на гидроэкосистемы и определения наносимого ими ущерба. Оценка базируется на результатах детального анализа экологического риска, связанного с сооружением и эксплуатацией промышленных объектов – источников техногенного воздействия на водоемы и водотоки. Действия производятся в следующей последовательности.

1) Определяются необходимые исходные абиотические и биотические характеристики гидроэкосистемы, подвергаемой воздействию. При отсутствии достаточно подробных сведений в районе ожидаемого техногенного воздействия и в фоновых условиях проводится серия комплексных гидроэкологических съемок.

2) Для всей гидроэкосистемы или ее участка, потенциально подверженного воздействию объекта, оценивается распределение фонового уровня экологического риска.

3) Выявляются и изучаются все прямые и косвенные пути возможного воздействия промышленного объекта на гидроэкосистему во время его строительства и длительной эксплуатации. При этом учитывается как прямое, так и косвенное ожидаемое воздействие на акваторию водоема и на его водосборную территорию, связанное со строительными

работами, поступлением загрязненных сточных, ливневых и грунтовых вод, атмосферным переносом поллютантов.

В частности, для этого производится картирование технического риска, обусловленного эксплуатацией объекта. При наличии правильно составленной декларации безопасности промышленного объекта, предусматривающей приведение этих сведений, выполнение этого этапа работы существенно облегчается.

4) Моделируется дерево всех ожидаемых опасных событий, связанных с сооружением и эксплуатацией объекта, с учетом их вероятности и магнитуды последствий (величины ожидаемого от них ущерба гидроэкосистеме в стоимостном выражении). Таким образом, уровень экологического риска приобретает не традиционное качественное (балльное) или вероятностное, а стоимостное выражение (произведение средней вероятности данного опасного события на стоимость ущерба при его полной реализации).

При построении дерева ожидаемых опасных событий прогнозируются не только потенциальные долгосрочные изменения рыбопродуктивности, но и прочие техногенные изменения гидроэкосистемы (изменения абиотической среды, видового разнообразия биоты, паразитологической обстановки, способности экосистемы к самоочищению, нарушение автогенной сукцессии, и др.). Для этого используются результаты анализа соответствующих зависимостей Парето, выражающих закономерность соотношения магнитуды последствий события и вероятности его реализации при эксплуатации промышленных объектов данного типа (пример на рис. 1). По возможности полно учитываются все ожидаемые опасные события, связанные с эксплуатацией объекта в нормальном режиме и при возможных чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. Уровень результирующего многофакторного антропогенного воздействия на гидроэкосистему определяется с использованием наиболее адекватной — изоболческой модели, отражающей реальный эффект взаимодействия факторов [16, 17]. Соответственно, в расчетах используются функции благополучия биосистем от избыточного показателя результирующего многофакторного воздействия.

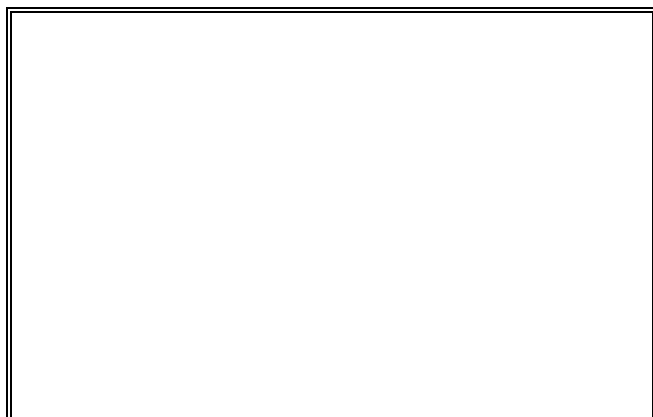


Рис. 1. Модифицированная диаграмма Парето.

Все независимые сценарии развития вредных и опасных для гидроэкосистемы событий ранжированы по величине ущерба, (в стоимостном выражении), ожидаемого от их полной реализации (магнитуда ущерба Z – ось абсцисс, масштаб логарифмический). По оси ординат: вероятность (высота столбцов) и накопленная вероятность (кривая 1) реализации сценариев; тренд зависимости вероятности реализации сценария от магнитуды ожидаемого ущерба (кривая Парето, 2)

Рис. 2. Распределение значений ожидаемого экологического риска (R , руб \times м⁻²) от строительства и эксплуатации узла перегрузки продукции ОАО «Фосфорит» на правобережном устьевом участке р. Луга.

Пятна застройки: I – строительство причального сооружения и берегоукрепления; II - строительство судоходного канала; III – строительство докера.

5) Величины экологического риска (в стоимостном выражении), ожидаемого от каждого из многочисленных вариантов развития опасных событий, суммируются, что позволяет определить для каждого элементарного участка акватории общую величину ожидаемого ущерба с учетом вероятности его реализации.

6) Выявляются и анализируются закономерности пространственно-временной динамики уровня экологического риска, составляется карта распределения экологического риска (в стоимостном выражении) по акватории водоема или водотока (пример на рис. 2).

7) Выделяется зона ожидаемого воздействия промышленного объекта, ограничиваемая участком акватории, на котором уровень экологического риска, связанного с сооружением и эксплуатацией данного объекта, достоверно превышает фоновый уровень.

8) Общая величина ожидаемого техногенного ущерба гидросистеме от сооружаемого и эксплуатируемого промышленного объекта определяются путем суммации величин ожидаемого ущерба на всех элементарных участках акватории в зоне ожидаемого воздействия (с использованием карты распределения экологического риска).

9) При наличии нескольких альтернативных проектных решений, для каждого из них определяются общие величины ожидаемого ущерба от строительства и эксплуатации промышленного объекта. Предпочтительным является решение, связанное с наименьшим экологическим риском.

10) При разработке системы мероприятий по предотвращению, минимизации и компенсации ожидаемого техногенного ущерба гидросистеме анализируется количественная зависимость предотвращенного ущерба от необходимых для этого затрат.

Определяется оптимальный уровень затрат, при котором указанное соотношение окажется максимальным, и определяется наиболее эффективная стратегия инвестиций в обеспечение экологической безопасности.

Разработки основаны на представительной базе гидроэкологических данных и апробированы применительно к гидростроительству, предприятиям горной и целлюлозно-бумажной промышленности, объектам нефтегазового комплекса, транспортному строительству и к другим источникам техногенного воздействия на разнотипные водоемы и водотоки Северо-Запада и Севера.

1. Базовые нормативы платы за выбросы, сбросы загрязняющих веществ в природную среду и размещение отходов (утверждены Минприроды РФ, 1992 г.).

2. Временная методика оценки ущерба, наносимого рыбным запасам в результате строительства и проведения различных видов работ на рыбохозяйственных водоемах. Минрыбхоз СССР от 01. 11. 1988.

3. Временная методика оценки ущерба, наносимого рыбным запасам в результате строительства, реконструкции и расширения предприятий, и других объектов и проведения различных видов работ на рыбохозяйственных водоемах (Госкомприроды СССР, 1990 г.).

4. Временный порядок оценки и возмещения вреда окружающей среде в резуль-

тате аварии (утвержден приказом Минприроды РФ от 27.06.93 г.).

5. Закон РФ «Об охране окружающей природной среды» от 19.12.91 г., № 2060-1 с изменениями и дополнениями в ст. 20 по Закону РФ № 2397-1 от 21.02.92г.

6. Инструктивно-методические указания по взиманию платы за загрязнение окружающей природной среды» (утверждены Минприроды РФ №01-15/65-265, регист-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

рац. № 190 от 24.03.93 г.). Приложение № 1 «Расчеты платы за загрязнение окружающей природной среды».

7. Методика определения предотвращенного экологического ущерба. Госкомитет РФ по охране окружающей среды от 30.11.99.

8. Методика подсчета убытков, причиненных государству нарушениями водного законодательства» (утверждена Минводхоз СССР, РД 33-5.3.01-83).

9. Методика подсчета ущерба, нанесенного рыбному хозяйству в результате нарушения правил рыболовства и охраны рыбных запасов (утверждена Минрыбхозом СССР от 12.07.74 г., № 30-2-02).

10. Методика подсчета ущерба, нанесенного рыбному хозяйству в результате сброса в рыбохозяйственные водоемы сточных вод и других отходов (утверждена Минрыбхозом СССР от 16.08.67, № 30-1-11).

11. Порядок определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещения отходов, другие виды вредного воздействия»

(Поста-новление Правительства РФ от 28.08.92 г. № 532).

12. Постановление Правительства Российской Федерации от 21.03.94 г. № 223 «О сертификации безопасности промышленных и опытно-экспериментальных объектов предприятий и организаций оборонных отраслей промышленности, использующих экологически вредные и взрывоопасные технологии».

13. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.05.94 г. № 515 «Об утверждении такс для исчисления размера взыскания за ущерб, причиненный уничтожением, незаконным выловом или добычей воднобиологических ресурсов».

14. Руководство по экологической экспертизе предпроектной и проектной документации. Министерство охраны окружающей природной среды и природных ресурсов от 10.12.1993.

15. Таксы для исчисления размера взыскания за ущерб, причиненный юридическими и физическими лицами уничтожением, незаконным выловом или добычей водных биологических ресурсов во внутренних рыбохозяйственных водоемах, территори-

альных водах, на континентальном шельфе, в исключительной экономической зоне Российской Федерации и запасов анодромных видов рыб, образующихся в реках России, за пределами исключительной экономической зоны Российской Федерации до внешних границ экономических и рыболовных зон иностранных государств (Постановление Правительства РФ от 25.05.94 г. № 515).

16. Шуйский В.Ф. Закономерности лимитирования пресноводного макрозообентоса экологическими факторами // Наука в СПГИ – 1998 – вып. 2 – С. 302 – 304.

17. Шуйский В.Ф., Шувалов Ю.В., Перевозников М.А., Пашкевич М.А., Занцинская Т.П., Петров Д.С., Морозова Е.Е., Савченко А.В., Максимовская Н.А., Маковский С.А., Петрова Т.А., Матюшонок М.Л. Сравнительная оценка аддитивной, мультипликативной и изоболической моделей многофакторных воздействий на биосистемы // Сб. научных трудов ГосНИОРХ – вып. 326 – 2000 — С. 118–130.

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Шуйский В.Ф., Максимова Т.В. – Санкт-Петербургский государственный горный институт, им Г.В. Плеханова.