

УДК 556.11

ОБОСНОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ НОВОГО ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Мусихина Е.А., Дмитриева Л.Ю.

Иркутский государственный технический университет;

ФГОУ СПО СГМКСuП Иркутск,

e-mail: lariona_2001@mail.ru

В статье приводится обзор программного продукта, разработанного авторами для оценки риска деградации такого важного компонента природной системы, как водные ресурсы. Обоснована необходимость пересмотра отношения человека к природной среде и применения новых технологий для ее сохранения и восстановления. Для оценки экологического ущерба применена авторская методика.

Ключевые слова: экологический ущерб, программный продукт, пространственно-временная модель, природная среда, водные ресурсы

С переходом общего сознания на позитивные цели, безопасность человека, общества и природы должна основываться на допустимом технологическом пространстве в рамках долговременного устойчивого развития цивилизации. В таком случае безопасность общества и окружающей природной среды будет определяться степенью защищенности от совокупности всевозможных рисков. Причем 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 нашем случае основное внимание уделяется экологическому риску, под которым понимается многоуровневая оценка вероятности появления 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. Понятно, что вред природной среде при различных антропогенных и стихийных воздействиях неизбежен, однако он должен быть сведен до минимума и быть экономически оправданным. Любые хозяйственные или иные решения должны приниматься с таким расчетом, чтобы не превышать критические уровни вредного воздействия на природную среду. Установить эти уровни крайне сложно, поскольку критические отметки воздействия многих антропогенных и природных факторов неизвестны. Поэтому расчеты экологического риска должны быть вероятностными и многовариантными, с выделением риска для здоровья человека и природной среды. Такой прогноз развития экологической ситуации под воздействием различных факторов необходим для принятия адекватных локальных, региональных или глобальных управленческих решений. Кроме того, в зависимости от динамики развития экологической ситуации и степени риска, вызванного этим развитием, для природы и общества, прогноз может быть краткосрочным (до 1 года, оперативный), среднесрочным (до 5 лет, тактический) и долгосрочный (до 20 лет, стратегический). Поскольку речь идет о прогнозе изменения

состояний природной среды под антропогенным воздействием, его следует разрабатывать в определенных территориальных границах.

Общеизвестно, что в экологии стала стандартной ситуация, когда изучение системы и построение прогнозов ее состояния осуществляется (или может осуществляться) одновременно всеми парадигмами. При этом каждая из них индуцирует разработку достаточно большого числа разнообразнейших и не стыкующихся между собой моделей. Для эффективного функционирования системы экологического прогнозирования необходимо такое алгоритмическое и программное обеспечение, которое бы позволяло:

- работать с небольшими выборками данных, полученными со значительной погрешностью;
- учитывать неформальное знание и видение одного и того же феномена с помощью целого множества различных и более-менее равноценных моделей, возможную «разношкальность» предикторов, отсутствие унифицированной и общепризнанной методики оценки их качества;
- быть гибким по отношению к новой информации.

В последние годы для обеспечения задач прогнозирования разработано достаточно много различных библиотек и пакетов прикладных программ. В настоящее время лидирующее место на рынке программных средств в области охраны окружающей среды занимают программные продукты, разработанные фирмой «Интеграл», объединенные в серию «Эколог». Они решают самый широкий спектр задач в области экологии – это задачи, связанные с охраной воздушного бассейна, безопасным размещением отходов производства и потребления, и многими другими. Среди программ фирмы «Интеграл» имеются уникальные разработки, такие, как унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) Эколог (версия 3.0). Это единственная программа в нашей

стране, которая может в полной мере учитывать при расчетах уровней загрязнения атмосферы влияние застройки и высоты, что соответствует последним требованиям территориальных органов. Однако среди разработанного программного обеспечения для прогнозирования изменений окружающей среды не обнаружено комплексов, которые позволяют осуществлять комплексную оценку природной среды под антропогенной нагрузкой. Понятно, что оценка риска напрямую связана с оценкой ущерба, и чем больше предполагаемый ущерб, тем значительнее риск. В данном случае под эколого-экономическим ущербом, прежде всего, понимается время, необходимое для восстановления природной среды как системы со своими качественными признаками, и, как следствие, нанесение вреда здоровью человека вследствие деградации окружающей среды.

Разработка и внедрение компьютерной программы оценки ущерба позволяет значительно упростить и ускорить процессы обработки и анализа данных, повысить достоверность математических расчетов и избежать возможного влияния чьих-либо интересов (в т.ч. ведомственных) на принятие решений. А это очень важно, поскольку, используя методы формального исследования (расчет коэффициента корреляции), выявлена определенная зависимость между младенческой смертностью и степенью загрязнения водоемов – $r = 0,51$.

В качестве математической основы разработанного программного продукта взята структурно-иерархическая пространственно-временная модель [1] воздействия горных работ, с учетом распространения влияния от антропогенного воздействия на периферию окружающего пространства:

$$Y = \frac{C_{\text{нар}} \cdot S_{\text{нар}}}{100 \cdot S_{\text{общ}}^n} \cdot K_{\text{св}} \cdot T_{\text{max}} \left(\frac{1}{C_k} \right)^{n-1},$$

где C_k – масштабный коэффициент подобия;

T_{\max} – время жизни компонента природной среды;

n – количество уровней системы, для которых производится расчет;

$K_{\text{св}}$ – коэффициент связи компонентов природной среды;

$C_{\text{нар}}$ – степень нарушенности земель;

$S_{\text{нар}}$ – площадь загрязненных токсикантами земель;

$S_{\text{общ}}$ – это площадь территории Иркутской области.

Преобразовав формулу путем замены коэффициента нарушенности на $1/\text{ПДК}$, заменив площади на объемы, и приняв $T_{\max} = 100$ (максимальное время жизни подводных жителей озера Байкал), получим формулу для оценки ущерба водным ресурсам:

$$Y = \frac{1/\text{ПДК} \cdot V_{\text{нар}}}{V_{\text{общ}}^n} \cdot K_{\text{св}} \cdot T_{\max} \left(\frac{1}{C_k} \right)^n.$$

В качестве примера методики расчета предполагаемого воздействия на водные ресурсы использовано загрязнение сточных вод, принимаемых водоемами, по ртути и хлору. Обусловлено это тем, что ртуть – особо опасный компонент некоторых соединений, характеризующийся значительным периодом распада, а соединения хлора входят во все сточные воды вследствие хлорирования водопроводной воды и обеззараживания сточных вод хлором.

Разработанный программный продукт «Расчет антропогенного воздействия на водные ресурсы по хлору и ртути» [2] имеет следующую функциональную спецификацию:

- хранение данных о загрязнении некоторых рек и водоемов Иркутской области хлором и ртутью;
- расчет ущерба по авторской методике;
- графическое представление воздействия на водную среду по годам либо по водоемам;

- графическое представление ущерба водной среде по годам и сбросов сточных вод по водоемам;

- прогнозирование возможного воздействия на водную среду.

Для систематизации и обработки данных по расчету риска загрязнения водных ресурсов выбран язык программирования Visual Basic for Applications для MS Excel, позволяющий быстро и удобно разработать эффективные приложения с использованием пакета MS Office.

Работа с программным продуктом начинается с определения параметров, необходимых для расчета: площади трех уровней и глубины, изменения которых ограничено правом доступа (рис. 1).

Для управления работы с программой создано главное меню (рис. 2), которое позволяет работать с отдельными интерфейсными элементами. Меню «График функции – Хлор» позволяет пользователю выбрать варианты построения графика функции загрязнения хлором и сбросов сточных вод по различным параметрам, например по годам и по водоемам (рис. 3) и выбрать вариант формирования графика (рис. 5). Меню «График функции – Ртуть» позволяет пользователю выбрать варианты построения графика функции загрязнения ртутью и сбросов сточных вод по различным параметрам (рис. 4).

Выбор параметров для построения графика функции (рис. 5) производится по заранее рассчитанным данным о загрязнении некоторых рек и водоемов Иркутской области хлором и ртутью (рис. 6) по авторской методике.

Результатом работы с программным средством «Расчет антропогенного воздействия на водные ресурсы по ртути и хлору», в котором реализована оригинальная методика автоматического расчета антропогенного воздействия промышленных центров Иркутской области на водные ресурсы в

Файл Графики функции-ХЛОР Графики функции-РТУТЬ					
	A	B	C	D	E
1	Const				
2	Площадь				
3			785 382	3141526,54	12566106,16
4	Объем				
5	Водоем	Глубина	1 Уровень	2 Уровень	3 Уровень
6	Ангара	4,65	3652024,603	14608098,41	58432393,64
7	Байкал	730	573328593,6	2293314374	9173257497
8	Олха	1,3	1020996,126	4083984,502	16335938,01
9	Вихорева	1,5	1178072,453	4712289,81	18849159,24
10	Бирюса	1,6	1256610,616	5026442,464	20105769,86
11	Ока	1,5	1178072,453	4712289,81	18849159,24
12	Лена	2,5	1963454,088	7853816,35	31415265,4
13	Ия	1,5	1178072,453	4712289,81	18849159,24
14	Сухой Лог	150	117807245,3	471228981	1884915924
15	Рассоха	1,2	942457,962	3769831,848	15079327,39
16	Илим	1,7	1335148,78	5340595,118	21362380,47
17	Коршуниха	1,4	1099534,289	4398137,156	17592548,62
18	Усть-Илимское вдх	100	78538163,5	314152654	1256610616
19	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> <p>ВНИМАНИЕ</p> <p>Для изменения параметров расчета вводите пароль</p> <div style="display: flex; justify-content: flex-end; gap: 10px;"> <input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/> </div> <input style="width: 100%; height: 20px; margin-top: 5px;" type="text"/> </div>				
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					

Рис. 1. Изменение параметров расчета

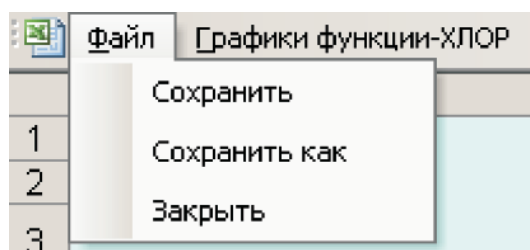


Рис. 2. Структура меню «Файл»

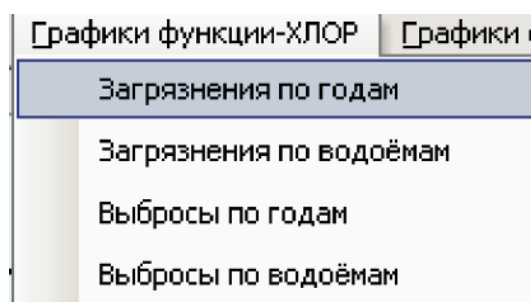


Рис. 3. Структура меню «График функции – Хлор»

местах непосредственного сброса сточных вод с учетом распространения токсикантов на периферию окружающего пространства,

является графическое представление ущерба водной среде по годам и сбросов сточных вод по водоемам (рис. 7).

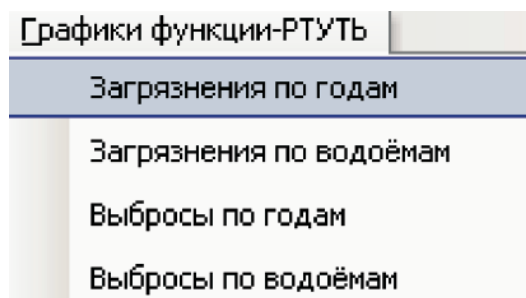


Рис. 4. Структура меню «График функции – Ртуть»

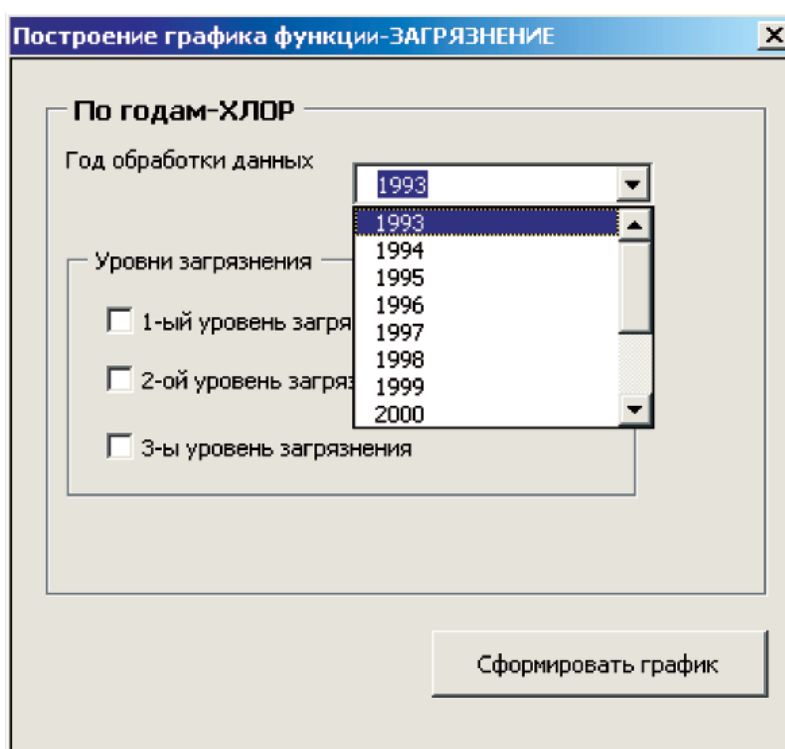


Рис. 5. Выбор параметров для построения графика функции

Стабильное, очень значительное загрязнение хлором рек Вихоревой, Ангары и Ии, представленное визуально, наглядно демонстрирует превышение допустимой нагрузки на водоемы, что не может не сказаться на их качественных характеристиках.

Таким образом, программный продукт ориентирован на прогнозирование рисков воздействия ртути и хлора на водные ресурсы территории Иркутской области с возможностью адаптации на любую другую территорию.

Изучение законов природы и общества, его экономики, основанное на современных

достижениях науки и техники, приведет к осмыслению знания и, как следствие, к правильному выбору. Именно неумение человека взвесить реальную ценность своих дел и сопоставить ее с вредной оборотной стороной, которой неизбежно обладает каждое действие, каждое мероприятие привело к нынешнему состоянию природной среды как системы. Существующая определенная непреложность развития как основной закон диалектики предполагает мудрость своевременно осознать высшую для настоящего типа развития ступень и вовремя остановиться, подождать или вовсе изменить свой путь развития.

3	1993г					
	4 Источник/Год	5 Уровни загрязнения			6 Итого по уровням	
		7 Тонны	1-й	2-й		3-й
8	Ангара ВКХ Иркутск	3551,7	583,517427	58,3517427	5,83517427	647,704344
9	Байкал	6653,1	6,96260407	0,69626041	0,06962604	7,72849052
10	Олха	221,5	130,166997	13,0166997	1,30166997	144,485367
11	АнгарскНефтеОргСинтез	2068	339,756747	33,9756747	3,39756747	377,129989
12	Ангара ТЭЦ 10	14,5	2,38224025	0,23822402	0,0238224	2,64428668
13	Ангара ТЭЦ 9	26	4,27160321	0,42716032	0,04271603	4,74147956
14	Ангара БВК	74,3	12,2069276	1,22069276	0,12206928	13,5496897
15	Ангара АЭХК		0	0	0	0
16	Ангара СибНеактив		0	0	0	0
17	Бирюса Шпалопр.з.		0	0	0	0
18	Бирюса Гидрол.з.	340,7	162,675691	16,2675691	1,62675691	180,570017
19	Ия ВКХ Тулун		0	0	0	0
20	Ия Гидролизн. З.	331	168,580463	16,8580463	1,68580463	187,124314
21	Ока СаянскХимПром	17150	8734,60709	873,460709	87,3460709	9695,41387
22	Ока Гидрол. З.	300	152,791961	15,2791961	1,52791961	169,599077
23	Ангара ВКХ Черемхово	578,5	95,0431713	9,50431713	0,95043171	105,49792
24	Ангара УсольехимПром	90640,3	14891,5152	1489,15152	148,915152	16529,5819
25	Ангара ВКХ Усолье	4831,6	793,79531	79,379531	7,9379531	881,112794
26	Байкал ВКХ Слюдянка		0	0	0	0
27	Байкал Перевал		0	0	0	0
28	Ангара ВКХ Усть-Илимск	198	32,5299013	3,25299013	0,32529901	36,1081905
29	Ангара Усть-Ил. ЛПК	13461,5	2211,62256	221,162256	22,1162256	2454,90104
30	Сух. Лог ВКХ Братск		0	0	0	0
31	Ангара ВКХ Братск	787,8	129,429577	12,9429577	1,29429577	143,666831
32	Вихорева ВКХ Братск	1000,8	509,713981	50,9713981	5,09713981	565,782519
33	Сух. Лог ЛПК Братск	1651	8,40865091	0,84086509	0,08408651	9,33360251
34	Вихорева ЛПК Братск	37073	18881,5212	1888,15212	188,815212	20958,4885
35	Ангара Иркут		0	0	0	0
36	Бирюса ВКХ Тайшет		0	0	0	0
37	Корш. ГОК Рассоха		0	0	0	0
38	Корш. ГОК Илим		0	0	0	0
39	Корш. ГОК Усть-Ил.вдхр.		0	0	0	0
40	Корш. ГОК Коршуниха		0	0	0	0
41	Ия разрез Азейский		0	0	0	0
42	Лена ВКХ Бодайбо		0	0	0	0
43	Лена ВКХ Усть-Кут		0	0	0	0
44	Лена Осетр. Реч. Порт		0	0	0	0
45						
46	Итого		47851,4993	4785,14993	478,514993	
47						

Рис. 6. Хранение данных о загрязнении

1993 год (ХЛОР)-Загрязнение

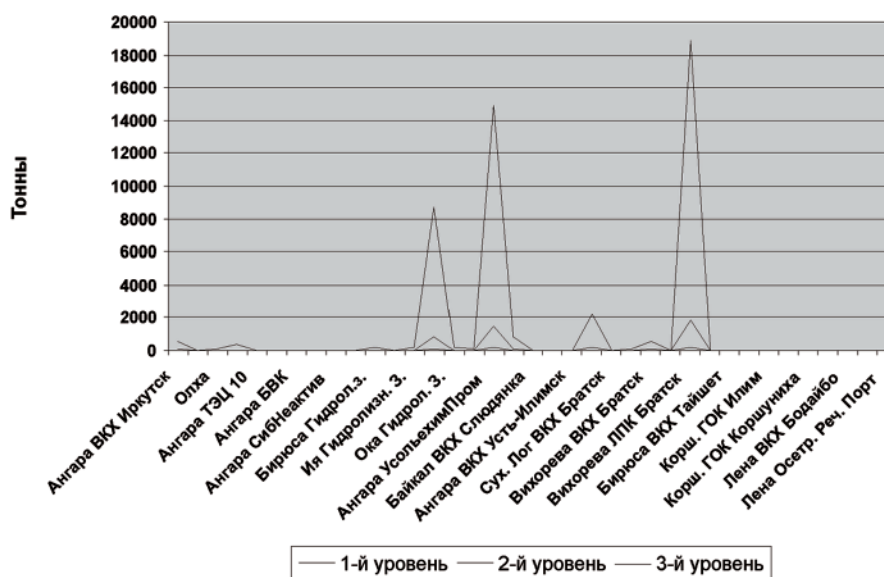


Рис. 7. График функции загрязнения хлором 1993 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мусихина Е.А. Методологический аспект технологии комплексной оценки экологической емкости территорий. – М.: Изд-во «Академия Естествознания», 2009. – 137 с.

2. Мусихина Е.А. Расчет антропогенного воздействия на водные ресурсы по ртути и хлору. – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010615261 от 13 августа 2010 г. РОСПАТЕНТ.

SUBSTANTIATION AND REALIZATION OF THE NEW APPROACH TO THE ESTIMATION OF ECOLOGICAL RISK

Musihina E.A., Dmitrieva L.J.

*Irkutsk state technical university; Irkutsk,
e-mail: lariona_2001@mail.ru*

In the paper the review of computer application developed by authors for assessment of risk of degradation of such important natural system component as water resources is presented. The necessity of revision of mankind's relationship with its environment and of application of new technologies for saving and restoring the environment is proved. For ecological damage evaluation the authors' technique has been applied.

Keywords: ecological damage, computer application, space-time model, environment, water resources