

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО МЕТОДА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ МНОГО- КРИТЕРИАЛЬНОЙ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРОТЯЖЕННЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

На основе анализа процедур многокритериальной комплексной оценки воздействия и задач управления экологической безопасностью протяженных гидротехнических сооружений, их объединения в единую процедуру теоретически обоснован и предложен комбинированный (вербальный и формализованный) метод принятия решения с применением экспертно-аналитических процедур, включающих метод анализа иерархий Т. Саати, адаптированный для целей данного исследования, как основа системы управления экологической безопасностью таких объектов.

Применение предлагаемого метода позволит учесть зависимости между всеми элементами задачи и определить систему мероприятий, наилучшим образом обеспечивающих экологическую безопасность планируемой деятельности с учетом принятых предпочтений

Л. Я. Анищенко

Кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией
Лаборатория инженерной экологии, ОВОС и экологической
экспертизы

Украинский научно-исследовательский институт экологических
проблем

Контактный тел. 702-15-82
Email: sds@niiep.khfrkov.ua

1. Введение

Оценка воздействия протяженных гидротехнических сооружений (ПГТС): каналов, судовых ходов, водохозяйственных систем (которые могут включать водозаборы, ГЭС, водохранилища), каскадов ГЭС на

окружающую природную среду (ОПС), - имеет ряд особенностей, определяемых масштабом осуществляемой деятельности, разнообразием факторов воздействия, изменчивостью факторов среды [1 – 3].

С учетом условия экологической безопасности таких объектов, помимо анализа взаимодействия отдель-

ных элементов сооружения и компонентов природной среды необходимо выполнение многокритериальной комплексной оценки воздействия и исследование всей системы методами системного анализа. В то же время теоретическое обоснование соответствующего метода принятия решения для таких задач недостаточно разработано.

2. Состояние вопроса

Традиционно задачи оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) планируемой деятельности решаются способом анализа причин и следствий, факторов и воздействий. Это последовательный линейный подход, в результате которого получается множество отдельных заключений о последствиях воздействий.

После этого при составлении комплексной оценки воздействия [1] возникает проблема обобщения отдельных оценок. Это обобщение обычно выполняется разработчиками ОВОС на свое усмотрение, носит формальный характер и не является достаточно убедительным.

Последние исследования и публикации, посвященные данной проблеме, и на которые опирается автор, относятся к методике ОВОС крупных гидротехнических сооружений и научному обоснованию уменьшения воздействия таких объектов на окружающую природную среду [2-7].

Нерешенной ранее частью проблемы, которой посвящается данная статья, является теоретическое обоснование комбинированного метода принятия решений в задачах многокритериальной комплексной оценки и управления экологической безопасностью протяженных гидротехнических сооружений.

3. Теоретическая часть

Идеология выработки решения по обеспечению экологической безопасности планируемой деятельности должна охватывать все задачи процедуры ОВОС [1,2].

В общем случае решение таких задач обеспечивается набором статистических данных, результатами натурных, экспериментальных и лабораторных исследований, а также прогнозом воздействий и их последствий на отдельные компоненты окружающей природной среды (ОПС) [1,3,5].

На базе этих данных и исследовательских процедур должна выполняться многокритериальная комплексная оценка воздействий, результаты которой могут служить входными данными для задач управления экологической безопасностью объекта исследования.

С учетом сказанного и принципов многокритериальной комплексной оценки, изложенных в [2,3], система экологической безопасности может быть реализована в виде последовательности процедур, приведенных на рис. 1.

При этом на этапе формирования групп природоохранных мероприятий учитываются следующие аспекты:

- можно ли изменить структуру проекта и размещение отдельных факторов воздействия с тем, чтобы уменьшить негативные последствия;
- можно ли исключить отдельные элементы проекта;
- могут ли подвергшиеся воздействию компоненты окружающей среды быть восстановлены или возмещены;
- можно ли системой управленческих процедур уменьшить ущерб для окружающей природной среды.



Рисунок 1. Система экологической безопасности ПГТС

Структуру многокритериальной комплексной оценки можно представить следующим образом (рис. 2).

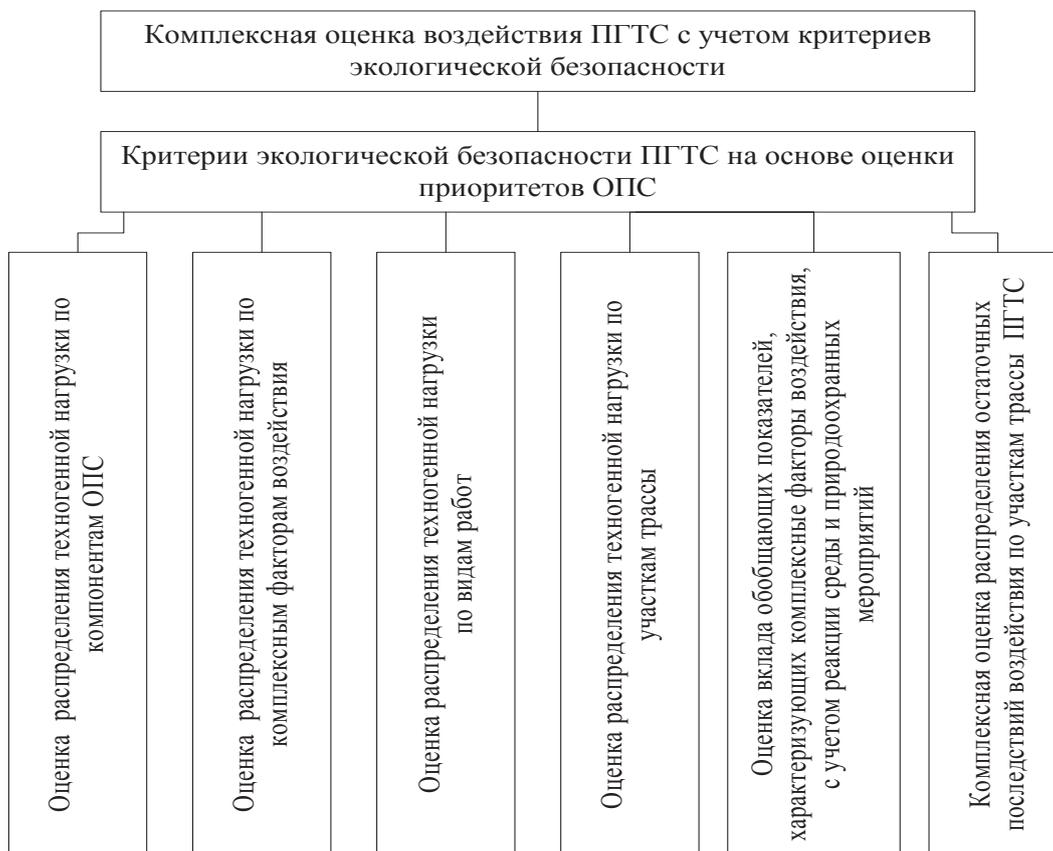


Рисунок 2. Структура комплексной оценки воздействия ПГТС с учетом критериев экологической безопасности

При реализации системы экологической безопасности ПГТС решаются следующие задачи (рис. 3).

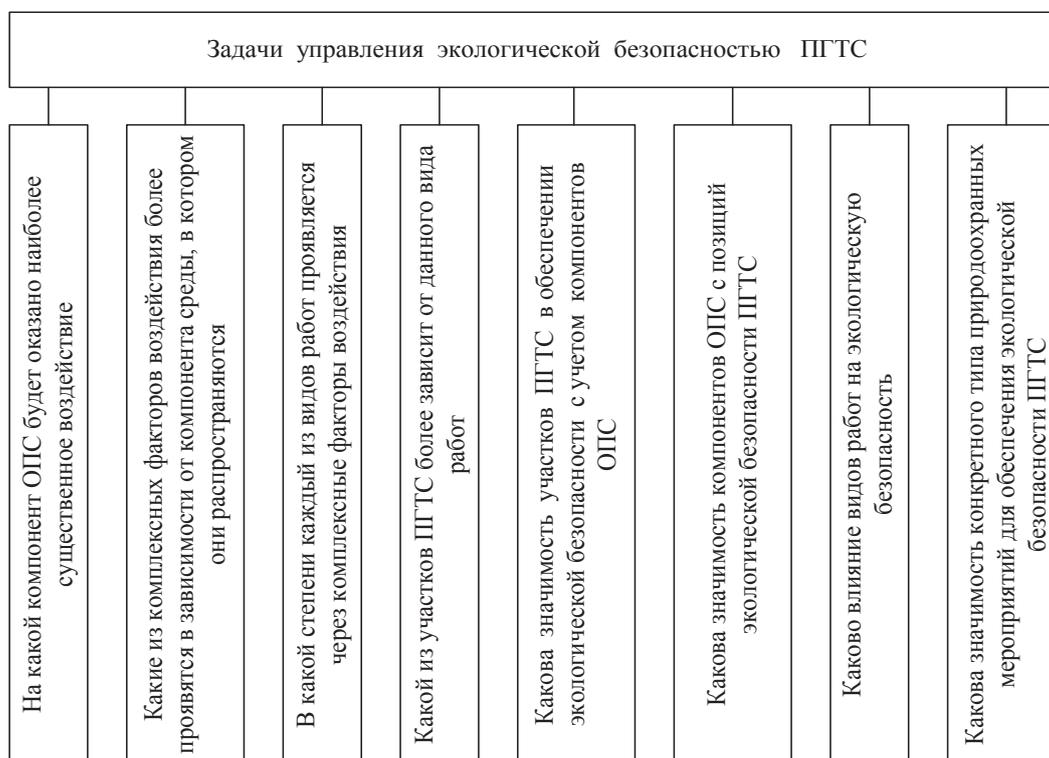


Рисунок 3. Задачи управления экологической безопасностью ПГТС, решаемые экспертно-аналитическим методом

Таким образом процедуры многокритериальной комплексной оценки воздействия на ОПС протяженных гидротехнических сооружений могут быть организованы в систему управления экологической безопасностью рассматриваемых объектов.

С учетом набора задач ОВОС, методов их решения [5] и предлагаемой системы экологической безопасности ПГТС (см. рис. 1 - 3) сформирована структурная схема алгоритма комбинированного (вербального и формализованного) метода принятия решений в задачах многокритериальной комплексной оценки и управления экологической безопасностью объекта исследования, приведенная в [5, 8]. В этом алгоритме система ПГТС – окружающая среда дополнена системой управления экологической безопасностью объекта.

Объединение многокритериальной комплексной оценки воздействия и задач управления экологической безопасностью является центральным понятием предлагаемого комбинированного метода принятия решений. Такое объединение позволяет перейти от простой констатации тех или иных последствий воздействия к управлению экологической безопасностью исследуемого объекта.

Используя холистический подход, все рассматриваемые факторы и критерии комплексной оценки воздействия и управления экологической безопасностью можно объединить в иерархию, допускающую наличие зависимостей между элементами и исследовать экспертно-аналитическими процедурами, включающими метод анализа иерархий Т. Саати [9, 11], адаптированный для целей рассматриваемой задачи.

Метод анализа иерархий (МАИ) является системной процедурой для декомпозиции сложной задачи или проблемы в виде иерархического представления ее элементов с последующим синтезом путем нахождения отношений между элементами через экспертные суждения.

Иерархия – это линейная структура, имеющая начальную вершину (фокус), представляющую собой цель анализируемого решения. За фокусом следует уровень наиболее важных критериев, ниже располагаются организованные по уровням элементы, отражающие суть проблемы. Элементы каждого уровня служат критериями для последующего уровня. На самом нижнем уровне располагается перечень альтернативных вариантов решения или его составляющих.

Декомпозиция задачи или проблемы и построение иерархической структуры позволяет выделить для последующего анализа более простые составляющие, а попарное сравнение элементов между собой делает возможным найти численное представление о влиянии каждого элемента иерархии на достижение поставленной цели.

На основании попарного сравнения элементов по отношению к их влиянию (весу) на общую для них характеристику формируются матрицы доминирования для каждого уровня иерархии. Матрицы доминирования позволяют выразить относительное превосходство одного элемента над другим по общему для них признаку.

Иерархия строится таким образом, чтобы путем разрешения матрицы доминирования для нижнего уровня альтернатив получить приоритеты или весовые коэффициенты, которые наилучшим возможным

образом соответствуют цели, определенной на вершине иерархии, с учетом всех промежуточных элементов в соответствии со связями по всем уровням системы.

Процедура построения матриц доминирования заключается в следующем [6, 9 - 11].

Если $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ – множество из n элементов, а $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ – соответственно их веса или приоритеты, то можно сравнить вес или приоритет каждого элемента с весом или приоритетом любого другого элемента, рассматриваемого множества относительно общего для этих элементов свойства или цели (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение элементов "А" в соответствии с их важностью или приоритетом

цель	A_1	A_2	A_3	...	A_n
A_1	$\frac{w_1}{w_1}$	$\frac{w_1}{w_2}$	$\frac{w_1}{w_3}$...	$\frac{w_1}{w_n}$
A_2	$\frac{w_2}{w_1}$	$\frac{w_2}{w_2}$	$\frac{w_2}{w_3}$...	$\frac{w_2}{w_n}$
A_3	$\frac{w_3}{w_1}$	$\frac{w_3}{w_2}$	$\frac{w_3}{w_3}$...	$\frac{w_3}{w_n}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A_n	$\frac{w_n}{w_1}$	$\frac{w_n}{w_2}$	$\frac{w_n}{w_3}$...	$\frac{w_n}{w_n}$

Полученное в табл. 1 представление сравнений элементов множества можно записать в виде квадратной, обратносимметричной матрицы суждений:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \tag{1}$$

Сокращенно матрицу (1) можно записать в виде: $A = \{ a_{ij} \}$

Индексы i и j относятся соответственно к строке и столбцу, в которых расположен элемент a_{ij} . Для квадратной матрицы порядка n количество строк (m) равно количеству столбцов (n).

При $m = n$
 $A = \{ a_{ij} \}_{n, n}$ (2)

$$a_{ij} = 1, a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}, \text{ где } i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n}, \text{ при } i=j.$$

Множество матриц парных сравнений формирует для каждого из нижних уровней иерархии, по одной матрице для каждого элемента примыкающего сверху уровня, с которым установлены связи.

Таким образом, все элементы i -го уровня сравниваются друг с другом относительно их влияния на каждый из j – элементов ($i - 1$) уровня. И для каждого

уровня формируется p матриц, где p – количество элементов примыкающего сверху уровня, с которыми установлены связи. Парное сравнение отражает доминирование одного элемента над другим относительно элементов примыкающего сверху уровня (локальных целей). Если $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ заранее неизвестны, то парное сравнение элементов производится с использованием субъективных суждений, численно оцениваемых по специальной шкале относительной важности факторов [9 - 11].

Для каждой матрицы решается матричное уравнение

$$Aw = \lambda_{\max} w \quad (3)$$

Решение этого уравнения выполняется путем возведения матрицы A в достаточно высокие степени с последующим суммированием строк и нормализацией (деление суммы каждой строки на сумму всех элементов матрицы), в результате чего получается вектор приоритетов $w = (w_1, \dots, w_n)^T$. Процесс заканчивается, когда разность между компонентами векторов приоритетов, полученных для k -й и $(k+1)$ -й степеней матрицы A становится меньше заданной точности. Полученные весовые коэффициенты или приоритеты обозначают вклад каждого элемента рассматриваемого уровня иерархии в достижение поставленной локальной цели выше рассмотренного уровня.

Необходимость описания доминирования и оценки степени согласованности суждений приводит к задаче о собственном векторе (векторе приоритетов) и соответствующем максимальном собственном значении λ_{\max} [9 - 11].

Максимальное собственное значение λ_{\max} вычисляется путем суммирования каждого столбца матрицы парных сравнений и умножением полученного вектора на нормализованный вектор приоритетов.

После проведения всех парных сравнений и определения собственного значения матрицы оценивается ее согласованность, вычислением индекса согласованности [9 - 11]:

$$ИС = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1),$$

где $\lambda_{\max} \geq n$ всегда для обратно-симметричной положительной матрицы.

Далее величина ИС сравнивается с величинами средних согласованностей (СС) для случайной матрицы такого же порядка. Для такого сравнения можно воспользоваться таблицей случайных согласованностей, приведенной в [9 - 11].

На этом заканчивается процедура декомпозиции задачи и начинается процедура синтеза. Приоритеты синтезируются, начиная со второго уровня вниз. Локальные приоритеты умножаются на приоритет соответствующего элемента на вышестоящем уровне и суммируются по каждому элементу. Таким образом определяется глобальный приоритет рассматриваемого элемента, который в дальнейшем используется в качестве весового коэффициента при определении глобальных приоритетов элементов следующего нижнего уровня.

Таким образом, если $v_{i-1,1}, v_{i-1,2}, \dots, v_{i-1,m}$ весовые коэффициенты или глобальные приоритеты локальных

целей или элементов вышестоящего уровня, а $u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{im}$ – весовые коэффициенты или локальные приоритеты j -го элемента рассматриваемого i -уровня относительно локальных целей, то глобальный приоритет этого элемента определяется по формуле:

$$w_{ij} = \sum_{j=1}^m u_{ij} v_{(i-1)j}, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m} \quad (4)$$

где m – количество сравниваемых элементов.

В матричном виде данное соотношение можно записать в виде:

$$w = U v \quad (5)$$

Здесь $U = \|u_{ij}\|_{nm}$ – матрица весовых коэффициентов или приоритетов факторов данного рассматриваемого уровня;

$v = [v_1, v_2, \dots, v_n]^T$ – вектор весовых коэффициентов или глобальных приоритетов локальных целей вышестоящего уровня;

$w = [w_1, w_2, \dots, w_n]^T$ – вектор глобальных весовых коэффициентов или приоритетов сравниваемых факторов рассматриваемого уровня.

Согласованность всей иерархии можно оценить, перемножая каждый индекс согласованности на приоритет соответствующего элемента и суммируя полученные числа. Результат делится на аналогичную величину, определенную для средних индексов согласованности случайных матриц тех же порядков [9 - 11].

Приемлемым считается отношение согласованностей до 10%. Если отношение согласованностей превышает эту величину, необходимо повторно исследовать задачу и проверить принятые суждения. Типовая структурная схема алгоритма типовой процедуры экспертно-аналитического нахождения весовых коэффициентов для экологических задач с использованием МАИ предложена в [7].

Элементы, сравниваемые в экологических задачах, часто являются достаточно сложными, многопараметрическими. Согласованность мнений экспертов или невысокая точность расчетов может исказить конечный результат. Поэтому в предложенном алгоритме типовой процедуры оценки на верхнем уровне предусмотрено повышение качества получаемых результатов путем задания точности расчетов и отношения согласованностей мнений экспертов. Данное дополнение к МАИ несколько удлиняет саму процедуру оценки, но является оправданным для экологических задач.

Остановимся на особенностях адаптации метода к задачам многокритериальной комплексной оценки и управления экологической безопасностью ПГТС.

Первая сложность, с которой придется столкнуться, применяя МАИ для решения рассматриваемых задач, заключается в определении цели конкретной задачи и построение иерархии, ориентированной на эту цель.

Рассмотрим задачи, включенные в структуру многокритериальной комплексной оценки воздействия ПГТС на окружающую природную среду на рис. 2, и выполним декомпозицию приведенных задач в виде иерархии.

Для описания иерархии введем обозначения: КС – компонент окружающей среды; КФВ – комплексный фактор воздействия; ВР – вид работ; УР – участок русла (трассы).

Первые четыре задачи структуры, приведенной на рис. 2, являются взаимосвязанными и взаимозависимыми и могут быть представлены одной иерархией.

На первом уровне такой иерархии (рис. 4) находится цель: оценка распределения техногенной нагрузки на ОПС по участкам трассы. На втором уровне размещаются субкритерии экологической безопасности – компоненты ОПС (КС-1, КС-2, ..., КС-n), которые, собственно, и воспринимают техногенную нагрузку. На третьем уровне располагаются критерии или комплексные факторы воздействия (КФВ-1, КФВ-2, ..., КФВ-m), отражающие разную природу воздействия (механическое, физическое, химическое, биологическое) на компоненты ОПС. На четвертом уровне представлены факторы – виды работ (ВР-1, ВР-2, ..., ВР-s), формирующие комплексные факторы воздействия. На пятом уровне располагаются сами сравниваемые элементы – участки трассы (УР-1, УР-2, ..., УР-t).

Отметим, что для различных вариантов ПГТС связи между уровнями могут быть неполными, но на уровне субкритериев все элементы связаны с целью.

Рассмотрим последовательность решения задач для данной иерархии.

На первом этапе формируется матрица суждений уровня субкритериев относительно цели. Порядок матрицы равен количеству субкритериев. Путем разрешения матрицы определяются локальные приоритеты v_{2j} ($j=1, n$), оценивается согласованность. Если согласованность находится в допустимых пределах, переходят ко второму этапу.

На втором этапе формируются матрицы суждений для всех критериев третьего уровня относительно субкритериев второго уровня. Количество матриц равно количеству субкритериев (n). Количество элементов в каждой матрице равно количеству связей рассматриваемого критерия с субкритериями. Разрешение матриц дает локальные приоритеты критериев. На дальнейших этапах аналогично формируются матрицы суждений, оцениваются локальные приоритеты элементов всех уровней, оценивается согласованность матриц.

На этом заканчивается процедура декомпозиции рассматриваемых задач.

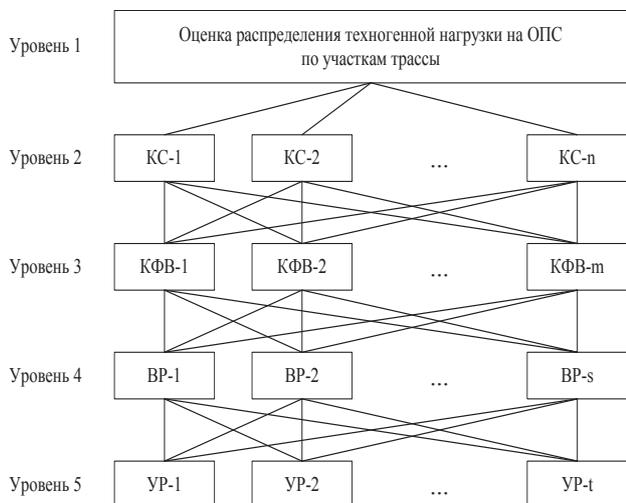


Рисунок 4. Декомпозиция задачи оценки распределения техногенной нагрузки на ОПС по участкам трассы

В процессе синтеза для данной иерархии определяются глобальные приоритеты каждого уровня. Для второго уровня глобальные и локальные приоритеты субкритериев совпадают. Для элементов всех последующих уровней глобальные приоритеты определяются с учетом глобальных приоритетов предыдущего уровня по формуле (4).

После определения глобальных приоритетов всех уровней оценивается общая согласованность всех матриц. Если согласованность находится в допустимых пределах, решение задачи считается законченным.

Глобальные приоритеты по уровням иерархии имеют значения:

уровень 2 – $w_{2,j}$ ($j=1, n$); уровень 3 – $w_{3,j}$ ($j=1, m$);
уровень 4 – $w_{4,j}$ ($j=1, s$); уровень 5 – $w_{5,j}$ ($j=1, t$).

Выполним декомпозицию пятой задачи структуры комплексной оценки (см. рис. 2).

Цель для иерархии этой задачи – оценка вклада в общую величину воздействия обобщающих показателей, характеризующих комплексные факторы воздействия по их природе, интенсивности, концентрации и т.д.

Второй уровень иерархии, критерии экологической безопасности, представлены компонентами окружающей среды.

Третий уровень, сравниваемые факторы – характеристики воздействия, влияющие на элементы второго уровня. Обозначим эти характеристики как ХВ-1, ХВ-2, ..., ХВ-l. Тогда иерархия такой задачи будет иметь вид, представленный на рис. 5.

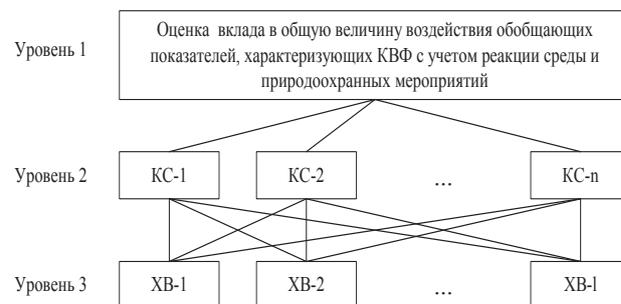


Рисунок 5. Декомпозиция задачи оценки вклада в общую величину воздействия обобщающих показателей, характеризующих комплексные факторы воздействия

Последовательность декомпозиции и синтеза аналогична предыдущей задаче. Для уровня 2 получаем глобальные приоритеты $w_{2,j}$ ($j=1, n$), для уровня 3 – глобальные приоритеты $w_{3,j}$ ($j=1, l$).

Переходим к задаче 5 – оценке распределения остаточных последствий воздействия по участкам трассы с учетом критериев экологической безопасности. Иерархия этой задачи приведена на рис. 6.

На завершающей стадии многокритериальной комплексной оценки в результате синтеза задачи (см. рис. 6) определяются глобальные приоритеты или весовые коэффициенты участков ПГТС по критерию величины остаточных последствий воздействия.

Решение задачи для уровня 2 – $w_{2,j}$ ($j=1, n$); для уровня 3 – $w_{3,j}$ ($j=1, m$); для уровня 4 – $w_{4,j}$ ($j=1, l$); для уровня 5 – $w_{5,j}$ ($j=1, s$); для уровня 6 – $w_{6,j}$ ($j=1, t$).

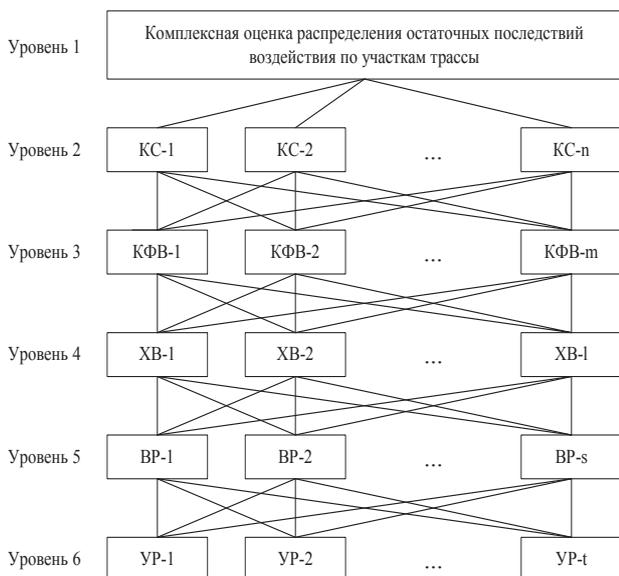


Рисунок 6. Декомпозиция задачи оценки распределения остаточных последствий воздействия по участкам ПГТС

По результатам многокритериальной комплексной формулируются условия для задач управления экологической безопасностью ПГТС (табл. 2).

Таблица 2

Условия для задач управления экологической безопасностью ПГТС, полученные на основе многокритериальной комплексной оценки

№№ п/п	Характеристика воздействия по результатам комплексной оценки
1	Ранжирование компонентов ОПС по величине оказываемого на них воздействия
2	Ранжирование комплексных факторов воздействия в зависимости от компонентов среды, в которой они распространяются
3	Ранжирование влияния характеристик воздействия на комплексные факторы воздействия
4	Ранжирование видов работ в зависимости от комплексных факторов воздействия
5	Ранжирование участков ПГТС в зависимости от видов работ, которые на них осуществляются

Декомпозиция задачи управления экологической безопасностью представлена на рис. 7.

На уровне 1 иерархии, представленной на рис. 7, формулируется цель задачи: управление экологической безопасностью ПГТС. На втором уровне располагаются субкритерии – компоненты окружающей среды (КС), оцениваемые с позиций экологической безопасности. На третьем уровне представлены критерии - участки ПГТС, (УР), значимость которых в обеспечении экологической безопасности ПГТС определяется в задаче управления. На четвертом уровне размещаются факторы воздействия – виды работ (ВР), влияние которых на экологическую безопасность ПГТС будет оцениваться в процессе синтеза. И, наконец, на пятом уровне находятся альтернативы – природоохранные мероприятия (ПМ), обеспечивающие экологическую безопасность.

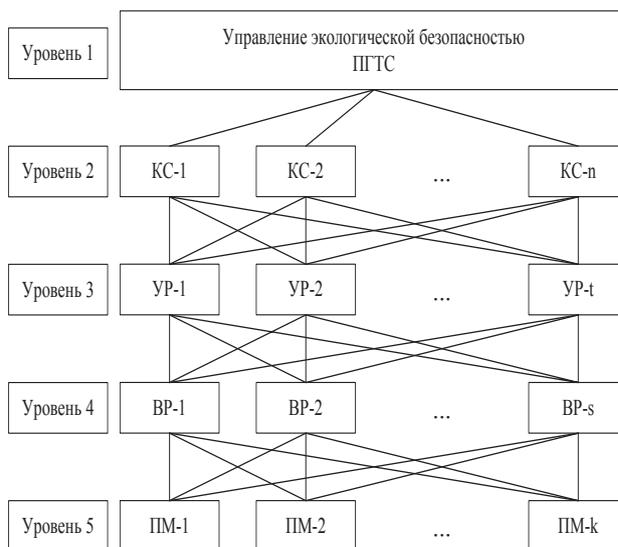


Рисунок 7. Декомпозиция задачи управления экологической безопасностью ПГТС

Управление экологической безопасностью реализуется через природоохранные мероприятия, глобальные приоритеты которых определяются по завершению процесса синтеза: $w_{5,j}$ ($j=1,k$). Для промежуточных уровней глобальные приоритеты принимают значения: $w_{2,j}$ ($j=1,n$); $w_{3,j}$ ($j=1,t$); $w_{4,j}$ ($j=1,s$).

4. Выводы

1. На основе анализа процедур многокритериальной комплексной оценки воздействия и задач управления экологической безопасностью протяженных гидротехнических сооружений, их объединения в единую процедуру теоретически обоснован и предложен комбинированный (вербальный и формализованный) метод принятия решения с применением экспертно-аналитических процедур, включающих метод анализа иерархий Т. Саати, адаптированный для целей данного исследования, как основа системы управления экологической безопасностью таких объектов.

2. Применение предлагаемого метода позволит учесть зависимости между всеми элементами задачи и определить систему мероприятий, наилучшим образом обеспечивающих экологическую безопасность планируемой деятельности с учетом принятых предпочтений.

Литература

1. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд ДБН А.2.2.1-2003.- К.: Держбуд України. 2004. – 23 с.
2. Анищенко Л.Я. Методология комплексной оценки воздействия гидротехническо-го строительства на окружающую среду // Экология довкілля та безпека життєдіяльності. – 2005. - № 6.- С. 35-38.
3. Анищенко Л.Я. Комплексная оценка воздействия создания глубоководного судового хода в многорукавной

- дельте // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2006. - № 1.- С. 29-34.
4. Анищенко Л.Я. Принципы и критерии экологической безопасности гидротехнического строительства // Проблемы охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. пр. /УкрНДІЕП.- Х.: ВД "Райдер", 2007. С. 90-103.
5. Анищенко Л.Я. Моделирование, прогноз и комплексная оценка воздействия на окружающую среду как система управления экологической безопасностью протяженных гидротехнических сооружений // Проблемы охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. пр. /УкрНДІЕП.- Х.: ВД "Райдер", 2008. С. 100-129.
6. Анищенко Л.Я. Оценка воздействия на окружающую среду протяженных линейных гидротехнических сооружений методами системного анализа // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2004. - № 6.- С. 50-56.
7. Анищенко Л.Я. Комплексная оценка воздействия гидротехнического строительства на окружающую природную среду с применением экспертно-аналитических процедур // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2008. - № 1.- С. 43-49.
8. Анищенко Л.Я. Использование метода анализа иерархий для комплексной оценки воздействия протяженных гидротехнических сооружений // Тези дев'ятої науково-практичної конференції "Оцінка впливу об'єктів господарської діяльності на навколишнє середовище (ОВНС). Безпека навколишнього природного, соціального та техногенного середовища". 26 – 30 травня 2008 р., м. Ялта/ Х.: УкрНДПНТВ.- 2008.- с. 43 – 48.
9. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. М.: Радио и связь, 1991. 224 с.
10. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 320 с.
11. Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети / Науч. ред.А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 360 с.

УДК 681.324

ОБЧИСЛЕННЯ ВИЗНАЧЕНОСТІ ПОДІЙ У ДЕРЕВАХ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

О.М. Цимбал

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра технології та автоматизації виробництва
Харківський національний університет радіоелектроніки
пр. Леніна 14, Харків, 61166
Контактний тел.: 8(057) 702-14-86
e-mail: mcdulcmer@ukr.net

Розглядається використання методів обрахунків у деревоподібних системах прийняття рішень на основі факторів упевненості та теорії нечітких множин. Пропонується реалізація обрахунків на деревах прийняття рішень за допомогою Пролог-програми, що застосовується у системі планування робота

1. Вступ

У системах підтримки і прийняття рішень процес пошуку рішень звично подавати за допомогою деревоподібних структур. Вузли такого дерева пов'язують одні факти (явища) опису інтелектуальної системи з іншими. При цьому на нижньому рівні дерева звичайно розташовують початкові дані, які за допомогою продукції (конструкцій типу Якщо... Тоді) пов'язуються із вузла-

ми більш високих рівнів. Кожен вузол може характеризуватися певним коефіцієнтом визначеності (упевненості). Також рівнем упевненості можна характеризувати застосування продукції різного типу – зв'язки між вузлами різних рівнів (рис.1). Обраховуючи інформацію про упевненість вузлів деревовидної схеми прийняття рішень можна обрахувати ступінь визначеності (упевненості) вузлів, що можуть складати мету (або декілька цілей) системи прийняття рішень.