

УДК 330.15

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И
ИНСТРУМЕНТАРИЙ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ
РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНЫ С УЧЕТОМ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ.

С.Н.ИЛЬЯШЕНКО, В.А. КАСЬЯНЕНКО

Сумский государственный университет, г.Сумы

Сложная экологическая ситуация в Украине в значительной степени обусловлена влиянием на окружающую среду объектов энергетического комплекса (ЭК). Однако, как и ранее, при обосновании и выборе направлений развития ЭК в регионах Украины, недостаточно учитываются возможные эколого-экономические последствия. А это, в свою очередь, обусловлено несовершенством существующего инструментария экономического обоснования путей развития энергетики с учетом экологической составляющей.

Анализируя экологическое влияние объектов ЭК, целесообразно выделить две составляющие: влияние на окружающую среду, обусловленное особенностями технологии ("постоянная" составляющая) и влияние, обусловленное возможным возникновением аварийных ситуаций ("вероятностная" составляющая).

Существующие методы оценки экономических ущербов, вызванных влиянием на окружающую среду объектов ЭК, в большей степени ориентированы на учет "постоянной" составляющей и недостаточно учитывают "вероятностную" составляющую, в то время как возможные негативные последствия ее влияния могут намного превысить возможный ущерб первой.

Проведенный экономический анализ статистических данных о последствиях влияния на окружающую среду объектов ЭК дает основания утверждать, что несмотря на незначительные вероятности возникновения аварийных ситуаций, например для АЭС или ГЭС, их последствия имеют катастрофический характер и связаны с огромными ущербами, что остро ставит проблему предупреждения чрезвычайных ситуаций (с использованием прогнозной оценки возможного риска) при принятии решений по развитию различных направлений в энергетике. Например: по мнению некоторых геологов и сейсмологов, последствием строительства ГЭС является так называемая "наведенная сейсмичность" в зоне расположенных мощных гидроузлов и больших по объему водохранилищ. При этом существует гипотеза, согласно которой, дополнительные напряжения, создаваемые весом воды в акватории и непосредственно самой плотиной, способны нарушить равновесное состояние земной коры в районе гидроэнергетического сооружения. При наличии в нем ранее неизвестных геологических разломов освобожденное напряжение значительно превышает размеры "возмущающей" нагрузки от массы воды и гидросооружений и может привести к повышению сейсмичности данного района.[3]

Характерным примером, подтверждающим возможность изменения сейсмичности при строительстве гидроэнергетических объектов, является авария 43-х метровой комбинированной плотины в Лауэр Сан-Фернандо (США, Калифорния). 9 февраля 1971 г. там произошло сильное землетрясение величиной 6.6 балла. Несмотря на то, что эпицентр его находился в 13 км от створа плотины, скальные породы были разрушены всего в полутора километрах от нее. Сильные толчки продолжались всего 12 секунд, но этого было достаточно, чтобы верхний откос грунтовой плотины на участке 400 м обвалился. К счастью прорыва не произошло, благодаря тому, что в данный момент времени уровень воды был на 10 м ниже гребня плотины. Однако верхний край оставшегося целым массива возвышался над водой всего на 1,2 м. Если бы землетрясение произошло в другое время года, когда уровень воды является максимальным, то ущерб исчислялся не только многими миллионами долларов, но и сотнями человеческих жизней, так как в районе возможного затопления проживало около 30 тысяч человек, которых срочно пришлось эвакуировать.

Причиной аварии оказалось повышение сейсмичности района ГЭС, вызванное строительством гидроэнергетического сооружения. В истории человечества произошло достаточно много аварий (табл. 1), связанных с недостаточным учетом факторов случайного характера при строительстве и эксплуатации гидроэнергетических комплексов

Наибольшее распространение учет "вероятностной" составляющей в прогнозировании возможных эколого-экономических последствий достиг в атомной энергетике. Одним из наиболее разработанных и имеющих практическую апробацию, является так называемый вероятный анализ безопасности (ВАБ) который используется для оценки уровней безопасности АЭС.

Свое развитие за рубежом ВАБ получил еще в 70-х гг., а после аварии на АЭС "Три-Майл Айленд" (США)

Таблиця 1

Наиболее значительные аварии обусловленные наступлением чрезвычайных событий

Название плотины	Страна	Тип плотины	Высота, м.	Год аварии	Год постройки	Число погибших	Ущерб млн. долл. США	Причины аварии
Vaiont	Италия	Арочная	262	1963	1960	2600		Оползень в водохранилище
South Fork	США	Грушковая	22	1889	1853	2209	100	Нерасчетный паводок
Machhu P	Индия	Грунтовая	26	1972	1972	2000		Паводок
Qros	Бразилия	Грунтовая	54	1960	1960	более 1000		Нерасчетный паводок
Gleno	Италия	Контрфорсная	49	1923	1923	600		Сдвиг по шву
Malpasset	Франция	Арочная	66	1959	1954	421	68	Дефект основания
Huokiri	Южная Корея	Грунтовая	41	1961		250		Нерасчетный паводок
Canyon Lake	США	Грунтовая	6	1972	1938	237	60	Перелив вследствие дождей
Sempur	Индонезия	Грунтовая	54	1967	1967	200		Перелив
Walnut Grove	США	Грунтовая	33	1890		150		Перелив
Buffalo Creek	США	Грунтовая	32	1972	1972	125	50	Перелив
Austin	США	грунтовая	15	1911	1909	80		Слабый контакт с основанием
Kelly Barnes	США	Грунтовая	12	1977	1940	39	2,5	Перелив вследствие дождей
Lower Otay	США	Грунтовая	40	1976	1897	30		Нерасчетный паводок
Teton	США	грунтовая	92	1976	1976	14	1000	Ошибка проектирования
Baldwin Hills	США	Грушковая	80	1963	1951	5	50	Дефект основания
Lawn Lake	США	грунтовая	8	1982	1902	3	20	Ошибка эксплуатации

в 1979 г. (авария пятого уровня по МШТС) он стал необходимым элементом лицензирования АЭС.

Основным вероятностным показателем, определяемым при проведении ВАБ, является частота тяжелого повреждения активной зоны реактора, это является основным параметром характеризующим возможную опасность атомной электростанции.

Затраты на прогнозирование несопоставимы с наносимым экономическим ущербом и составляют в среднем 6 % от возможного ущерба [5]

Существенно снизить величину будущих потерь от влияния "вероятностной" составляющей можно лишь при наличии вероятностно точной информации о возможных условиях, в которых будут реализовываться

енергетические проекты. К сожалению, это возможно далеко не всегда, поэтому особое значение приобретает прогнозирование возможных аварийных ситуаций и экономическая оценка возможных ущербов с учетом вероятностного характера их возникновения.

Поскольку прогнозирование возможных последствий определенных вариантов развития объектов ЭК проводится на предпроектной стадии, то на этот период и последствия влияния постоянной составляющей можно оценить только в определенных пределах. Соответственно, проводить оценку и принимать определенные решения приходится в условиях неполной информации, чего не позволяет делать существующий экономический инструментарий.

С учетом вышесказанного, нами предлагаются методические подходы к моделированию и интегральной (комплексной) оценке влияния на окружающую среду объектов ЭК с учетом комплекса факторов "постоянной" и "вероятностной" составляющих в условиях неполной определенности.

Оценку возможных убытков, обусловленных влиянием "постоянной" составляющей, предлагается проводить используя известный метод по-реципиентной оценки [1] с учетом вероятностного характера ожидаемых результатов. Соответственно, общий ущерб от влияния "постоянной" составляющей определяется следующим образом:

$$Y_x^{i,j} = \sum_{j=1}^m U_{ож} \quad (1)$$

где $U_{ож}$ - ожидаемый убыток для i-го реципиента;

$$U_{ож} = \sum_j Y_{ij} \cdot P_j \quad (2)$$

где Y_{ij} - возможные убытки для i-го реципиента при j-м сценарии развития событий; P_j - вероятность j-го сценария событий.

Вариация значений Y_{ij} и P_j зависит от ожидаемых изменений экономической, социально-политической и экологической среды; $j = (1, 2, 3, \dots, m)$, где m - количество пропюзируемых сценариев развития событий в зависимости от направлений изменения среды.

Оценка возможных ущербов, обусловленных влиянием "вероятностной" составляющей, проводится поэтапно. На первом этапе определяются отдельные виды частных рисков совместимого и несовместимого характеров и соответственно, возможные ущербы (совместные существуют одновременно, несовместимые - взаимно исключают один другого).

Далее определяются для каждого из частных рисков факторы влияния и возможные последствия их действий. Определяется вероятности (от 0 до 1) или уверенности (свидетельства, подтверждающие опасность, оцениваем от 0 до +1, а отрицающие - от 0 до -1), которые характеризуют степень влияния факторов на возможные частные ущербы.

Определение результирующей вероятности или уверенности в существовании каждого из отдельных рисков проводим с использованием Байесового подхода [2] (для вероятностей) или правил объединения коэффициентов уверенности (для коэффициентов уверенности), а также правил нечеткой логики. Возможные убытки (при использовании вероятностей) определяется как:

$$U^i = \sum_j Y_{ij} \cdot P_j \quad (3)$$

где U^i - возможный i-й ущерб; P_j - результирующая вероятность возникновения i-го убытка.

Общую величину ожидаемых убытков, вследствие действия "постоянной" и "вероятностной" составляющих ущерба, предлагается определять по формуле:

$$U_{пол} = \sum_{i=1}^n U_{ож} + \sum_{m=1}^m U_{вер} \quad (4)$$

где $U_{ож}$ - суммарный ущерб, обусловленный влиянием "постоянной" составляющей;

$U_{вер}$ - суммарный ущерб, обусловленный влиянием "вероятностной" составляющей

для n - совместимых рисков;

$\cdot \sum_{m=1}^m U_{вер}$ - результирующая ущербов, обусловленных влиянием вероятностной" составляющей

для m - несовместимых рисков.

В качестве интегрального критерия выбора оптимальных с эколого-экономической точки зрения направлений развития, предлагается принять "полную стоимость" единицы энергетического продукта. Она рассчитывается как частное от деления общей величины дисконтированных затрат на производство энергии, с учетом затрат на предотвращение, минимизацию или компенсацию возможного негативного влияния на окружающую среду объекта ЭК, на общее количество энергии, произведенной за весь период эксплуатации объекта. Ниже на рис. 1 приведена схема формирования "полной стоимости" энергии.

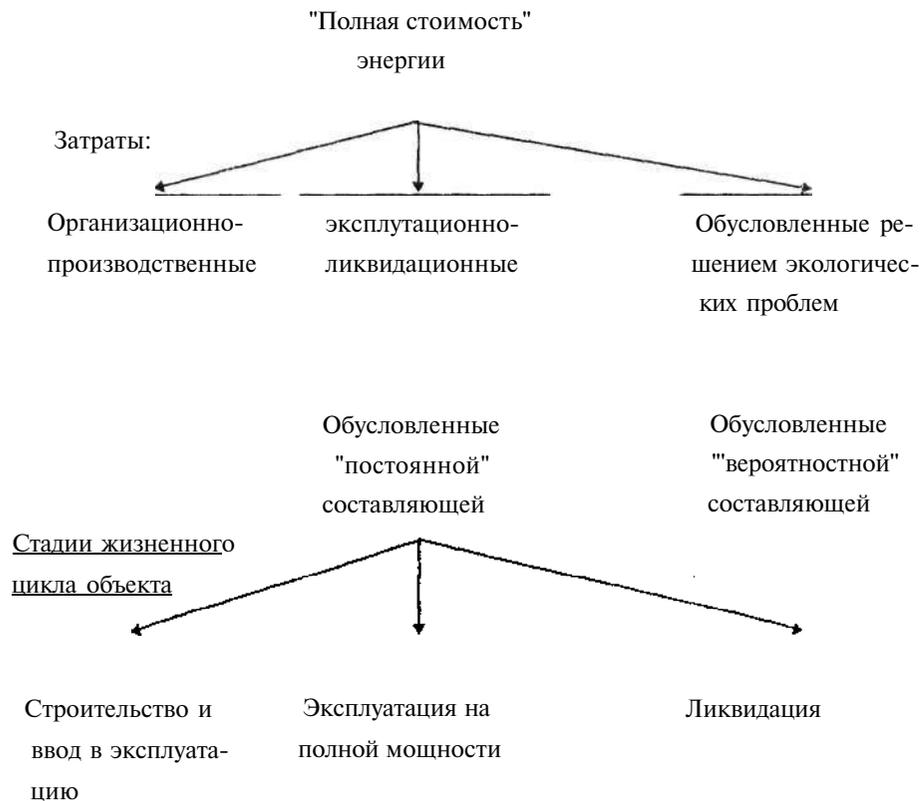


Рис.1 Структура формирования "полной стоимости" единицы энергетического продукта

Под организационно-производственными затратами понимают затраты на строительство объекта и организацию производства; под эксплуатационно-ликвидационными - затраты, связанные с функционированием производства, выведением объекта из эксплуатации и утилизацией отходов производства; под экологическими - затраты, обусловленные решением экологических проблем.

В свою очередь, затраты, обусловленные воздействием "постоянной" экологической составляющей, рассматриваются как действующие по-разному на стадиях строительства объекта, эксплуатации и ликвидации. Поскольку, как отмечено выше, оценка выполняется до начала сооружения объекта, то все виды затрат приводятся к году начала работ. В качестве нормы дисконта принимается учетная ставка Национального банка Украины. Проведение стоимостного сравнения разных способов производства энергии с учетом экологической составляющей является достаточно сложной задачей, вследствие наличия значительного количества разнонаправленных факторов влияния и необходимости использования целого ряда допущений, которые учитывают будущее: стоимость природного энергетического топлива, эффективность его использования, условия финансирования, возможности технологических и технических усовершенствований и т.д., направленных на повышение эффективности производства.

Учитывая это, определены возможные виды ущербов для разных способов производства энергии в различных условиях, выполнен их качественный анализ с точки зрения существенности влияния на окружающую среду.

Для проведения качественной оценки предлагается использовать пяти - бальную шкалу оценки :

- 4 - очень большое влияние;
- 3 - большое влияние;
- 2 - значительное влияние;

- 1 - незначительное влияние;
- 0 - влияние не отмечено.

Критериями, определения влияния экологической составляющей например, размеры экономической шерба, связанного с воздействием предприятий ЭК (см. рис 2) являются:

- 4 балла - экономический ущерб в результате воздействия превышает полную прибыль энергетического предприятия за весь срок эксплуатации;
- 3 балла - экономический ущерб в результате воздействия составляет от 75 % до 100% от полной прибыли энергетического предприятия;
- 2 балла - экономический ущерб в результате воздействия составляет от 50 % до 75 % от полной прибыли энергетического предприятия;
- 1 балл - экономический ущерб в результате воздействия составляет от 25 до 50 % от полной прибыли энергетического предприятия;
- 0 баллов экономического ущерба в результате воздействия практически нет или он составляет до 25 % от одной прибыли энергетического предприятия.

ПОТЕРИ				ВЫИГРЫШ
IV	ш	II	I	0
очень большое влияние	большое влияние	значительное влияние	незначительное влияние	влияние не отмечено
> 100%	от 75 %	от 50 %	от 25 %	до 25 %
	до 100%	до 75 %	до 50 %	
РИСКОВЫЕ ОБЛАСТИ				БЕЗРИСКОВАЯ ОБЛАСТЬ

Рис.2. Критериальные показатели возможных убытков.

Приведенная шкала оценки не является неоспоримо лучшей для прогнозирования оптимального решения энергетической проблемы. Для практического применения необходимо использование шкалы, позволяющей юльше детализировать рассматриваемые факторы, но при укрупненном анализе и для понимания сути предлагаемой модели, на наш взгляд, приведенная шкала вполне подходит. Используя приведенную выше шкалу I выделенные экологические издержки проводят анализ влияния способов получения энергии на изменения (рост) экологических издержек с учетом постоянной и вероятностной составляющей воздействия.

В таблице 2. приведена оценка влияния экологической составляющей воздействия в формировании цены при различных способах производства энергии.

Цифры, эквивалентные качественному уровню издержек, обусловленных "постоянной" составляющей воздействия энергетического комплекса, а в скобках приведены качественные оценки значения возможного ущерба реципиентам при наступлении событий, обусловленных воздействиями чрезвычайного характера "вероятностная" составляющая).

Например, при сооружении гидроэнергетического комплекса, создается водохранилище, которое затопляет значительные прилегающие территории, (около 88% общего числа водохранилищ в нашей стране сооружены в неблагоприятных условиях, используемые на ГЭС напоры достигают 15-25 м, а площадь зеркала акваторий иногда и нескольких тысяч квадратных километров. Удельная плотность затопления в этих условиях изменяется от 5 до 15 м²/тыс кВт установленной мощности ГЭС. [3]).

Учитывая стоимости выведенной из оборота земли можно оценить экономические издержки, например, связанные с изъятием земли из сельского хозяйства, обусловленные постоянной составляющей воздействия ТЭС.

Кроме этого, плотина водохранилища представляет значительную опасность, обусловленную факторами чрезвычайного и случайного характера, (см. табл. 1)

Для проведения количественной оценки ожидаемого экономического ущерба при различных вариантах решения энергетической проблемы решаются следующие задачи:

- выделяются факторы, влияющие на величину каждого из приведенных в таблице 2 видов экономических затрат;
- переводятся качественные оценки в количественные (стоимостное выражение).

Методику учета факторов, влияющих на величину приведенных видов экономических затрат, связанных с учетом экологической составляющей, рассмотрим на примере затрат, связанных с освоением новых земель взамен изъятых при сооружении ліері етических объектов.

Затраты на освоение земель взамен изъятых под энергетические объекты зависит от следующих факторов:

- способа получения энергии:

(каждый из способов получения энергии характеризуется площадью занимаемой территории, непосредственно под энергетический объект и ею инфраструктуру);

- энергетической мощностью предприятия:

(для различных способов получения энергии характерен определенный диапазон возможных мощностей);

- территориального расположения энергетического объекта.

В таблице 3 приведена качественная оценка факторов, влияющих на величину затрат, связанных с освоением новых земель, взамен изъятых при сооружении энергетических объектов.

В ней использованы следующие обозначения:

+ рассматриваемая мощность станции;

О - 4 - качественные оценки влияния "постоянной" составляющей рассматриваемых факторов;

(0) - (4) - качественные значения влияния "вероятностной" составляющей рассматриваемых факторов.

Оценка факторов, влияющих на величину других видов экономических затрат, проводится подобным образом.

Качественная оценка позволяет еще на пред проектной стадии отсеять явно неприемлемые варианты, а также готовить информационную базу (выделение факторов влияния) для последующей количественной оценки.

На основании качественной оценки проводится количественная стоимостная оценка и сравнение различных способов производства энергии для условий различных регионов Украины с целью выбора оптимального способа. В общем виде, выбор оптимального решения проводится на основании алгоритма принятия решения, основные блоки описаны ниже.

На основе накопленной и систематизированной информации проводится рассмотрение всех возможных способов производства энергии в этом районе. Используя результаты проведенного экологического мониторинга определяется максимально допустимая техногенная нагрузка, приемлемая в данном районе. Используя выделенные выше географические характеристики местности и технологические характеристики каждого из способов производства энергии определяем возможный перечень направлений решения энергетической проблемы данного региона с учетом его специфических характеристик. Так например, наличие водоемов дает возможность строительства гидроэнергетического объекта, но в случае сейсмической активности в регионе, строительство высокой плотины может стать причиной ее повышения.

1. После изучения всех аспектов географического и технологического характера и определения потенциально приемлемых решений проблемы, проводится выделение возможных экономических ущербов, связанных с загрязнением окружающей среды, присущих каждому конкретному способу получения энергии и выделение факторов, влияющих на величину ожидаемого ущерба.

2. Используя изложенные выше рассуждения и подходы проводится выделение в возможных экономических ущербах "постоянной" составляющей воздействия на окружающую среду и составляющей, обусловленной причинами непредвиденного и случайного характера - "вероятностной" составляющей.

3. Для детализации воздействия на окружающую среду проводится деление возможных экономических затрат (издержек) на организационно-производственные, эксплуатационные и эколого-экономические. Это необходимо для прогнозного анализа дисконтированных затрат при использовании различных способов получения энергии..

4. Далее, проводится определение стоимостного выражения возможных ущербов, обусловленных влиянием постоянной составляющей, для каждого из сценариев развития событий, вызванных ожидаемыми изменениями экономической, социально-политической и экологической обстановки в регионе сооружения объекта и в Украине в целом (по каждому из выделенных реципиентов возможного ущерба). Для этого выявляются как возможные сценарии так и вероятности их реализации. Ожидаемый экономический ущерб, обусловленный постоянной

Таблиця ,2

Сравнительный качественный анализ влияния различных способов получения энергии на величину издержек экологического характера.

п.п	Затраты, связанные с учетом экологической составляющей	АЭС	ТЭС	ГЭС	Альтернативные источники энергии
1.	Экономические издержки, связанные с изъятием земли под энергетические объекты и сопутствующую инфраструктуру;	1(4)	1(1)	1(2)	1(1)
2.	Экономические издержки, связанные со снижением урожайности прилегающих территорий, обусловленные заболачиваемостью или подтоплением территории	0(0)	0(0)	2(3)	0(0)
3.	Экономические потери, связанные с общим (в том числе радиационным) загрязнением местности	2(4)	2(2)	0(1)	0(0)
4.	Потери урожайности связанные с загрязнением атмосферы отходами производства	1(4)	3(3)	0(0)	0(0)
5.	Затраты, связанные с освоением новых земель взамен изъятых при сооружении энергетических объектов.	1(4)	1(1)	2(3)	1(1)
6.	Затраты, связанные с отселением населения из занимаемых, под энергетические предприятия территорий	1(4)	1(2)	2(3)	1(1)
7.	Затраты, связанные с ухудшением здоровья населения, обусловленные загрязнением окружающей среды предприятиями ЭК	1(4)	2(2)	1(1)	0(1)
8.	Затраты связанные с дополнительным ремонтом жилищного фонда	0(4)	2(2)	0(2)	0(0)
9.	Затраты, обусловленные обустройством новых населенных пунктов для отселяемого из зоны строительства энергетического объекта, населения	1(4)	2(2)	2(3)	1(1)
10.	Экономические издержки, связанные с климатическими изменениями, обусловленными изменением теплового баланса в районе строительства энергетического предприятия	1(1)	1(2)	2(2)	0(0)
И.	Экономические издержки, связанные с загрязнением прилегающих водоемов	1(4)	1(2)	1(2)	0(0)
12.	Суммарные экономические издержки	10(37)	16(19)	13(20)	4(5)

составляющей воздействия энергетического комплекса на окружающую среду, рассчитывается с использованием по-реципиентного метода.

5. Для учета рисковых воздействий выделяются возможные риски проекта (частные решения) и факторы их вызывающие. Для каждого из выделенных частных рисков строят дерево решений [2]. Экспертным методом

Факторы, влияющие на величину затрат, связанных с освоением земель взамен изъятых при сооружении энергетических объектов.

Способ получения энергии	Установленная мощность энергетического предприятия			Территориальное месторасположение объекта			
	до 1 МВт	1 МВт - 100 МВт	ИХ) МВт-1000 МВт	Удаление от крупных населенных пунктов	Сейсмическая активность района строительства	Наличие крупных водоемов	Устойчивая роза ветров
1	2	3	4	5	6	7	8
АЭС		+		14)	1(4)	1(4)	0(4)
АЭС				2(4)	1(4)	1(4)	0(4)
ТЭС		+		1(0)	1(2)	1(2)	2(2)
ТЭС			+	2(2)	2(3)	1(1)	3(3)
ГЭС		+		0(4)	0(4)	0(0)	0(0)
Альтернативные источники энергии	+			0(0)	0(1)	0(0)	0(0)

определяют уверенности в степени влияния каждого из факторов (как в сторону увеличения так и уменьшения) на величину каждого из выделенных частных рисков. Увеличение принимаемых в расчет факторов влияния позволяет расширить и вариантность исходов.

6. После выделения возможных исходов для каждой из ситуаций риска, проводится определение итоговых уверенностей в степени влияния выделенных комбинаций факторов на наступление каждого из возможных исходов (ситуаций риска). Для этого проводится объединение коэффициентов уверенности согласно правилам комбинирования свидетельств [2].

7. Следующим этапом оценки возможных эколого-экономических ущербов, связанных с вероятностной составляющей ущерба, является определение общих уверенностей для каждого из возможных частных рисков. Для этого используем правила нечеткой логики. Расчет итоговых уверенностей в наступлении каждой из выделенных частных ситуаций риска, ведем с учетом разнонаправленных влияний факторов.

8. Затем выделяю совместимые и несовместимые частные риски. Проводится расчет суммы совместимых частных ущербов, вызванных влиянием "вероятностной" составляющей и расчет итогового значения m - несовместимых случайных частных ущербов, обусловленных влиянием "вероятностной" составляющей эколого-экономического ущерба.

9. Расчет суммарного значения "вероятностной" составляющей ущерба, ведется как суммы частных совместимых и несовместимых ущербов (формула 4).

10. Далее, суммированием постоянной и вероятностной составляющих, определяется полная величина ожидаемого ущерба, вызванного негативным воздействием на окружающую среду предприятиями энергетического комплекса, для каждого из их видов: организационно-производственных, эксплуатационных, ликвидационных (соответственно, влияющих на стадии строительства, эксплуатации и ликвидации объекта).

11. Для принятия оптимального решения по развитию того или иного способа производства энергии, кроме затрат, обусловленных учетом экологической составляющей (ущерба), связанной с деятельностью энергетического предприятия, большое значение имеет величина затрат собственно организационно-производственного и эксплуатационно-ликвидационного характера. Для каждого из способов производства энергии роль этих затрат в "полной стоимости" энергетического продукта будет различна. Так, например, капитальные затраты на строительство солнечных энергетических установок составляют около 1000 долл, на 1 КВт установленной мощности, что по сравнению с другими способами производства энергии являются очень большими, но эксплуатационно-ликвидационные затраты, связанные с производством энергии этим способом практически равны нулю[5]. Поэтому в формировании "полной стоимости" единицы энергетического продукта необходимо учитывать весь комплекс издержек на протяжении всего жизненного цикла энергетического объекта.

Таблиця 4

Сравнительная оценка технологической и "полной стоимости" единицы энергетического продукта для разных способов его производств, цент/КВТ*час

Способ получения энергии	Технологическая стоимость энергии цент/кВТ *час	Полная стоимость энергии, с учетом экологической составляющей цены цент /кВТ *час
Традиционные способы получения энергии		
1	2	3
АЭС	2,2 (без учета затрат на утилизацию и захоронение отходов) окато 6,4 (при полном цикле)	9,47
ГЭС использующие в качестве топлива уголь.	3,6	7,45
ТЭС использующие в качестве топлива природный газ (комбинированный цикл)	4,4	5,94
ГЭС	3-6	4,05-8,1
Альтернативные источники энергии		
Энергия биомассы	5	5,45
Геотермальная (высокотемпературные гидротермальные ресурсы) энергия	4-6	4,36-6,54
Фотоэлектрическая <i>энергия</i> .	6- 18	6,54-19,62
Солнечная тепловая энергия	5	5,45
Энергия ветра	4-:5	4,36-5,45

12. Так как затраты различного характера на производство энергетического продукта происходят в различное время (начало строительства, эксплуатация объекта, ликвидация и захоронение отходов), то при прогнозировании "полной стоимости" единицы энергии, необходимо приведение всех затрат к единому периоду времени. Поскольку разработанная методика ориентирована на принятие решения по возможному развитию энергетики на стадиях, предшествующих строительству объекта, то целесообразно проводить приведение суммарных затрат к началу строительства энергетического объекта, с использованием механизма дисконтирования, где в качестве ставки дисконтирования используется учетная ставка Национального банка.

13. Определение "полной стоимости" единицы энергии проводится на основании "полных затрат" на ее производство, полученных в предыдущем пункте и общего прогнозируемого количества энергии, произведенного энергетическим объектом за весь его жизненный цикл, как отношение полных затрат на производство энергии на протяжении всего жизненного цикла предприятия ко всей произведенной энергии. Значение "полной стоимости" единицы энергетического продукта, на наш взгляд, является интегральным критерием принятия оптимального решения по развитию различных направлений энергетического комплекса.

С целью практической проверки предложенных методических подходов, выполнена сравнительная оценка технологической (организационно-производственная + эксплуатационная + ликвидационная) и "полной стоимости" единицы энергии при разных способах ее производства (см.табл.4).

Подводя итоги вышеизложенному, можно сделать следующие выводы:

- предложенные методические подходы могут быть положены в основу модели эколого-экономического обоснования направлений развития ЭК в регионах Украины - экономически эффективных и экологически безопасных;

- предложенный критерий оптимальности выбора из ряда альтернативных вариантов развития ЭК - "полная стоимость" энергетического продукта, с учетом затрат на предотвращение, минимизацию или компенсацию

воздействия на окружающую среду, дает возможность с высокой степенью достоверности проводить оптимальный выбор, учитывая специфику объекта, экономическую, социально-политическую, и экологическую ситуацию в регионе;

- полученные результаты позволяют в определенной степени решить проблемы научно-методического обеспечения процесса обоснования оптимальных направлений развития ЭК .

Литература.

1. Балацкий О.Ф., Мельник Л.Г., Яковлев А.Ф. Экономика и качество окружающей природной среды .- Л.: Гидрометеиздат, 1984.-190 с.
2. Ильяшенко С. Н. Хозяйственный риск и методы его измерения. Учебное пособие Сумы: ВВП " Мрія-1 "ЛТД, 1996.-102 с.
3. Иващенко И.Н., Источников В.В., Иващенко К.И. О безопасности плотины позаботится искусственный интеллект.//Энергия: экономика, техника,экология.- М. :Наука, 1992 -№10 с.12-15
4. Касьяненко В.А. Ильяшенко С.Н. Экономическое обоснование выбора оптимальных направлений развития энергетического комплекса в регионах Украины с учетом экологической составляющей. //Экологическая экономика и управление - Труды участников образовательной программы экологического менеджмента для работников местных администраций Украины Сумы: ВВП " Мрія-1 " ЛТД, 1997 сс. 164.-169.
5. Renewable vs. Conventional electricity: an economic comparison / Rader Nancy // Strateg. Plann. and Energy Manag.-1989.-1990.-9,№3.-р.65-77.