

В.Г. ДЮЖЕВ, канд.экон.наук, проф., НТУ «ХПИ»

С.В. СУСЛИКОВ, канд.экон.наук, ст. преп., НТУ «ХПИ»

ОБОСНОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРИОРИТЕТОВ ИННОВАЦИОННОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ К НВЭ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГО-ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

В статье рассматриваются актуальное направление обоснования энергосбережения на основе технологий нетрадиционной возобновляемой энергетики (НВЭ). В качестве метода оценки используется анализ иерархий на основе исследования критериальных предпочтений.

Ключевые слова: критерии эффективности, социально-экономические и эколого-техногенные факторы, метод анализа иерархий, нетрадиционная возобновляемая энергетика.

Введение. В условиях дефицита топливных энергоресурсов существует общемировая тенденция использования нетрадиционных возобновляемых энергоресурсов (НВЭ). Параллельно с этим в кругах специалистов идет дискуссия как по вопросам эффективности использования НВЭ в сравнении с традиционными энергоресурсами, так и по эффективности отдельных технологий НВЭ. Однозначный ответ по этим вопросам, как правило, дать сложно, так как традиционные энергоресурсы имеют неоднородную дислокацию. Соответственно, там где отдельные их виды в достаточном количестве и там где их острый дефицит, оценки перспективности использования НВЭ будут различными. Тем не менее, имеет смысл рассматривать и общемировые тенденции. Для этого предлагается использовать оценочные критерии, сформированные исходя из фактических технико-экономических данных по развитию данных направлений. В свою очередь данные критерии возможно использовать с применением математического аппарата на основе МАИ.

Постановка задачи. Целью работы является обоснование подхода к оценке приоритетов инновационной восприимчивости на основе анализа оценочных критериев традиционных и нетрадиционных возобновляемых энергоресурсов.

Методологическую основу исследования составили труды ученых в области системного подхода к изучению социальных и эколого-техногенных процессов в сфере энергосбережения, в том числе с использованием технологий НВЭ.

Результаты исследования. В качестве объекта исследования использовались различные технико-экономические данные по традиционным (твердое и жидкое топливо, природный газ, ядерная энергия) и нетрадиционным возобновляемым видам энергоресурсов (НВЭ), которые в свою очередь также подразделяются на ряд направлений (гелио-, ветро-, био-, гидроэнергетика и геотермальная энергетика). При этом рассматривались следующие критерии оценки.

1. Стратегический критерий, отражает научно обоснованные и технически достижимые запасы энергоресурсов в недрах Земли, которые укрупнено в мировом масштабе представлены и опубликованы американским геологоразведочным агентством USGS и British Petroleum. [1, 2] При анализе данного критерия фактические данные попарно сравнивались в рамках матрицы предпочтений по методу анализа иерархий (см. табл. 1).

Таблица 1 – Стратегический критерий для традиционного топлива

Топливо	Твердое	Ядерное	Жидкое	НВЭ	Прир. газ	Нормализованные оценки вектора приоритета
Твердое	1	1/2	6	1/4	4	0,1691
Ядерное	2	1	8	1/2	6	0,2944
Жидкое	1/6	1/8	1	1/8	1/2	0,0359
НВЭ	4	2	8	1	6	0,4462
Прир. газ	1/4	1/6	2	1/8	1	0,0545
Сумма	7,4167	3,7917	25,0000	2,0000	17,5000	
Отношение согласованности (OC) =						2,55 %

Для НВЭ, оценка стратегического критерия в целом может принимать максимальное значение, поскольку ресурс природной энергии условно-неограничен и возобновляем. Однако различные источники НВЭ отличаются по технически-возможному использованию своего потенциала. Это подтверждается прогнозным сценарием развития мировой энергетики, разработанным американской компанией «Shell international Petroleum» [2, 3, 4]. При анализе данного критерия фактические данные попарно сравнивались в рамках матрицы предпочтений по методу анализа иерархий (см. табл. 2).

Таблица 2 - Стратегический критерий для НВЭ

Энергетика	Био-	Гелио-	Гидро-	Гео-	Ветро-	Нормализованные оценки вектора приоритета
Био-	1	1/5	2	2	1/3	0,1094
Гелио-	5	1	6	7	3	0,5170
Гидро-	1/2	1/6	1	2	1/3	0,0799
Гео-	1/3	1/7	1/2	1	1/5	0,0489
Ветро-	3	1/3	3	5	1	0,2448
Сумма	9,8333	1,8429	12,5000	17,0000	4,8667	
Отношение согласованности (OC) =						1,11 %

2. Критерий «перспективности технологии», основывается на выборе перспективной технологии использования энергоресурсов. При этом используются данные о фактическом и перспективном использовании энергоресурсов с применением различных технологий. Для анализа данного критерия использовались прогнозы ведущих мировых организаций. [3, 4] При анализе данного критерия фактические данные попарно сравнивались в рамках матрицы предпочтений по методу анализа иерархий (см. табл. 3).

Таблица 3 - Критерий «перспективности технологии» для традиционного топлива и НВЭ

Традиционно е топливо	Твердое	Ядерное	Жидкое	НВЭ	Прир. газ	Нормализованные оценки вектора приоритета
Твердое	1	1/3	2	1/5	1/2	0,0874
Ядерное	3	1	4	1/3	2	0,2277
Жидкое	1/2	1/4	1	1/6	1/3	0,0556
НВЭ	5	3	6	1	4	0,4875
Прир. газ	2	1/2	3	1/4	1	0,1418
Сумма	11,5000	5,0833	16,0000	1,9500	7,8333	
Отношение согласованности (OC) =						2,53

По результатам анализа критерия перспективности технологии можно сделать вывод, что значительным потенциалом обладают технологии НВЭ и ядерной энергетики. Анализ дополнительных подкорневых критериальных вложений для технологий НВЭ, проводился на основании технико-экономических показателей данных технологий [4, 5] (см. табл. 4).

Таблица 4 - Критерий «перспективности технологии» для НВЭ

НВЭ	Био-	Гелио-	Гидро-	Гео-	Ветро-	Нормализованные оценки вектора приоритета
Био-	1	1/4	2	3	1/2	0,1418
Гелио-	4	1	5	6	3	0,4875
Гидро-	1/2	1/5	1	2	1/3	0,0874
Гео-	1/3	1/6	1/2	1	1/4	0,0556
Ветро-	2	1/3	3	4	1	0,2277
Сумма	1	1/4	2	3	1/2	
Отношение согласованности (OC) =						2,53 %

3. Экологический критерий, оценивается с точки зрения статистики-обобщенных оценок по загрязнению окружающей среды продуктами

сгорания различных видов ЭР, который отражает нагрузку на экологию и социум. Данные по анализу данного критерия, представлены в таблице 5, 6. [4, 6]

Таблица 5 – Экологический критерий для традиционного топлива

Топливо	Твердое	Ядерное	Жидкое	НВЭ	Прир. газ	Нормализованные оценки вектора приоритета
Твердое	1	1/2	1/4	1/7	1/5	0,0460
Ядерное	2	1	1/3	1/6	1/4	0,0693
Жидкое	4	3	1	1/4	1/2	0,1539
НВЭ	7	6	4	1	3	0,4926
Прир. газ	5	4	2	1/3	1	0,2382
Сумма	19,0000	14,5000	7,5833	1,8929	4,9500	
Отношение согласованности (ОС) =						6,67%

Однако если сравнивать данный критерий с стратегическим критерием и перспективности, то в отношении получения энергии за счет технологии природного газа имеет место обратная зависимость, что лишний раз характеризует неоднозначный, многоплановый характер понимания и соответственно обоснования приоритетов энергоресурсов.

Таблица 6 - Экологический критерий для НВЭ

Энергетика	Био-	Гелио-	Гидро-	Гео-	Ветро-	Нормализованные оценки вектора приоритета
Био-	1	1/6	1/4	1/3	1/5	0,0478
Гелио-	6	1	3	4	2	0,4190
Гидро-	4	1/3	1	2	1/2	0,1643
Гео-	3	1/4	1/2	1	1/3	0,1023
Ветро-	5	1/2	2	3	1	0,2666
Сумма	1	1/6	1/4	1/3	1/5	
Отношение согласованности (ОС) =						2,06%

4. Техногенный критерий, отражает возможность возникновения крупных техногенных катастроф и аварий, о чем свидетельствует трагедия на Чернобыльской АЭС и Фукусимской АЭС, прямой ущерб от которой составил 8 млрд. дол. США [7] и продолжает увеличиваться с каждым годом, проявляясь в снижении жизни населения, ростом расходов на медобслуживание и т.д., который по оценкам специалистов к 2015 г. может вообще составить 170 млрд. дол. США [8]. Авария в Мексиканском заливе

обошлась British Petroleum уже в 1,6 миллиарда долларов. США [15], а предполагаемый общий ущерб от аварии может достигать 12,5 млрд. [9].

Т.о. для наглядного определения сравнительной эффективности, предлагается опираясь на цепочки циклов «добыча-потребление-утилизация» [5], отражающих как традиционную, так и альтернативную виды энергетики, провести анализ, а итоговые данные занести в таблицу 7, 8.

Таблица 7 – Техногенный критерий для традиционного топлива

Топливо	Твердое	Ядерное	Жидкое	НВЭ	Прир. газ	Нормализованные оценки вектора приоритета
Твердое	1	4	3	1/4	1/2	0,1539
Ядерное	1/4	1	1/2	1/7	1/5	0,0460
Жидкое	1/3	2	1	1/6	1/4	0,0693
НВЭ	4	7	6	1	3	0,4926
Прир. газ	2	5	4	1/3	1	0,2382
Сумма	1	4	3	1/4	1/2	
Отношение согласованности (ОС) =						3,51%

Таблица 8 – Техногенный критерий для НВЭ

Энергетика	Био-	Гелио-	Гидро-	Гео-	Ветро-	Нормализованные оценки вектора приоритета
Био-	1	1/5	2	1/3	1/4	0,0776
Гелио-	5	1	6	3	2	0,4328
Гидро-	1/2	1/6	1	1/3	1/4	0,0567
Гео-	3	1/3	3	1	1/2	0,1661
Ветро-	4	1/2	4	2	1	0,2667
Сумма	1	1/5	2	1/3	1/4	
Отношение согласованности (ОС) =						1,82 %

Примечание. Увеличение значения нормализованных оценок вектора приоритета, свидетельствует о преобладании техногенной безопасности.

В рамках анализа техногенного критерия, можно заключить, что среди традиционных энергоресурсов наиболее техногеннобезопасными выделяются технологии по использованию природного газа и твердого топлива.

Относительно технологий НВЭ по стратегическому, экологическому, техногенному критерию и критерию перспективности наибольший потенциал отводится технологиям гелиоэнергетики и ветроэнергетики.

5. Экономический критерий, характеризует экономическую выгоду получаемую при выработке единицы энергии из различных источников, так

например, по данным полученным от различных источников энергии на электростанциях стран ЕС (в центах за кВт*ч) свидетельствует о значительном потенциале НВЭ. [10-17] Однако, для более обоснованного и комплексного понятия экономического критерия по видам традиционных и нетрадиционных возобновляемых энергоресурсов целесообразно использовать поэтапную характеристику воспроизводственного цикла данных энергоресурсов. На ее основе можно проанализировать дополнительные смежные, ситуативные, опосредованные затраты, которые зачастую не включаются в себестоимость. [5] В результате, данные по анализу данного критерия, представлены в таблице 9, 10.

Таблица 9 – Экономический критерий для традиционного топлива

Топливо	Твердое	Ядерное	Жидкое	НВЭ	Прир. газ	Нормализованные оценки вектора приоритета
Твердое	1	1/4	2	3	1/2	0,1418
Ядерное	4	1	5	6	3	0,4875
Жидкое	1/2	1/5	1	2	1/3	0,0874
НВЭ	1/3	1/6	1/2	1	1/4	0,0556
Прир. газ	2	1/3	3	4	1	0,2277
Сумма	1	1/4	2	3	1/2	
Отношение согласованности (ОС) =						2,53%

Таблица 10 - Экономический критерий для НВЭ

Энергетика	Био-	Гелио-	Гидро-	Гео-	Ветро-	Нормализованные оценки вектора приоритета
Био-	1	3	1/5	1/3	2	0,1163
Гелио-	1/3	1	1/7	1/5	1/2	0,0480
Гидро-	5	7	1	3	6	0,5072
Гео-	3	5	1/3	1	4	0,2544
Ветро-	1/2	2	1/6	1/4	1	0,0740
Сумма	1	3	1/5	1/3	2	
Отношение согласованности (ОС) =						3,54 %

Так, среди рассмотренных видов энергоресурсов и способов их добычи, можно заключить, что наименьшим циклом «добычи-потребления-утилизации» обладает технология преобразования солнечной радиации в энергию (гелиоэнергетика), однако высокая стоимость отдельных материалов, взаимодействие с внешними факторами и т.д., формирует значительно высокую себестоимость энергогенерации в сравнении с другими технологиями использующими как традиционное топливо, так и НВЭ.

Принятие решения на основании полученных данных.

В результате анализа всех критериев и полученных результатов, можно принять решение о выборе наиболее эффективного направления в энергетике (см. табл. 11, 12, рис.). При этом за основу берется анализ выделения приоритетных критериев оценки, которые были выявлены на основании анализа профилирующих информационных ресурсов в сфере энергосбережения (информационный журнал энергосервисной компании "Экологические Системы"; Журнал "Энергобезопасность и энергосбережение"; журнал «Энергобезопасность и энергосбережение»; научный журнал "Энергетика. Энергосбережение. Энергоаудит"), а также с использованием экспертных оценок специалистов в сфере энергоэффективности. Результаты обобщенных оценок приоритетов критериев представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Определение приоритетных критериев

Критерии	Перспективность технологий	Стратегический критерий	Экономический критерий	Экологический критерий	Технологический критерий	Нормализованные оценки вектора приоритета
Перспективность технологии	1	1/2	1/6	1/3	3	0,0855
Стратегический критерий	2	1	1/5	1/3	1/4	0,0712
Экономический критерий	6	5	1	3	8	0,5240
Экологический критерий	3	3	1/3	1	6	0,2506
Техногенный критерий	1/3	4	1/8	1/6	1	0,0687
Отношение согласованности (OC) =						9,74%

Таблица 12 – Результирующая таблица для традиционного топлива

Альтернативы по традиционному топливу и НВЭ	Критерии					Глобальные приоритеты
	Твердое топливо	Ядерное топливо	Жидкое топливо	НВЭ	Природный газ	
	0,0855	0,0712	0,524	0,2506	0,0687	
Твердое	0,1691	0,0874	0,046	0,1539	0,1418	0,132375
Ядерное	0,2944	0,2277	0,0693	0,046	0,4875	0,1664
Жидкое	0,0359	0,0556	0,1539	0,0693	0,0874	0,063649
НВЭ	0,4462	0,4875	0,4926	0,4926	0,0556	0,459485
Прир. газ	0,0545	0,1418	0,2382	0,2382	0,2277	0,178208

Таблица 13 – Результирующая таблица для НВЭ

Альтернативы по НВЭ	Критерии					Глобальные приоритеты
	Био-	Гелио-	Гидро-	Гео-	Ветро-	
Биоэнергетика	0,1094	0,1418	0,0478	0,2506	0,0687	0,102925
Гелиоэнергетика	0,517	0,4875	0,419	0,4328	0,048	0,441718
Гидроэнергетика	0,0799	0,0874	0,1643	0,0567	0,5072	0,098082
Геоэнергетика	0,0489	0,0556	0,1023	0,1661	0,2544	0,116289
Ветроэнергетика	0,2448	0,2277	0,2666	0,2667	0,074	0,241036

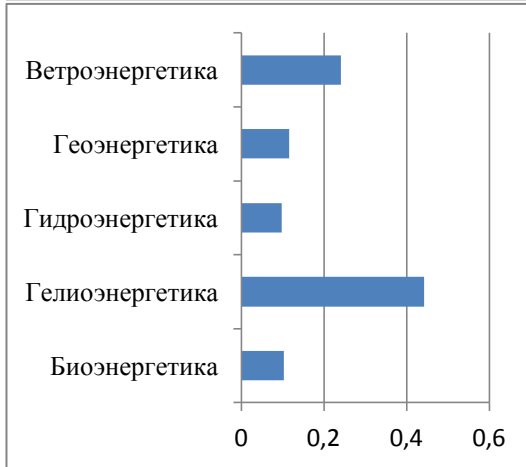
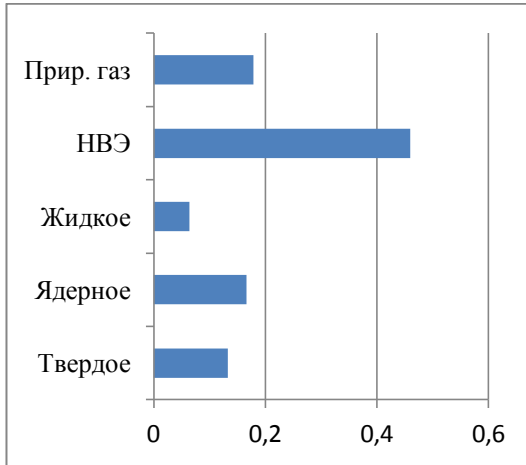


Рисунок - Глобальные приоритеты

Вывод. По результатам исследования предложенных критериев и их обобщенного сравнения в рамках МАИ, представлены обоснования приоритетных оценок различных видов традиционных и нетрадиционных возобновляемых видов энергии. Среди технологий использующих традиционных ЭР выделяются: природный газ, ядерное и твердое топливо.

Кроме этого можно констатировать отчетливый экономически-социальный и природоохранный эффект от использования технологий НВЭ, потенциал которого на порядок выше в сравнении с традиционными ЭР. Если охарактеризовать весь спектр источников энергии НВЭ, то можно заключить, что:

- гидроэнергетика и геотермальная энергетика практически исчерпала возможности своего развития в силу ограниченности природных мест для строительства новых гидроэлектростанций;
- биоэнергетика сопряжена с повышением экологической нагрузки на окружающую среду;
- использование ветроэнергетики сопряжено с некоторыми экологическими проблемами, в частности с изменением воздушных потоков, которые влияют на климат, невозможность установки агрегатов в непосредственной близости к конечному потребителю и т.д.
- геотермальная энергетика, по сути не имеет негативных сторон в плане эксплуатации и в отношении окружающей среды, что делает ее идеальным направлением в получении дешевой энергии.

Список литературы. 1. *Сирин Ванперберге* 05.01.2004 <http://www.rb.ru/inform/50297.html> 2. Сонячні системи - Сонячна енергія. Чому це вигідно для України. http://teplovam.com/index.php?option=com_content&view=article&id=19%3A2010-10-25-08-12-18&catid=1&Itemid=1&limitstart=1 3. *German Advisory Council* http://www.umweltrat.de/EN/TheGermanAdvisoryCouncilOnTheEnvironment/the_german_advisory_council_on_the_environment_node.html 4. *Сулков С.В.* Методи підвищення інноваційної сприйнятливості підприємств та організацій до технологій геотермальної енергетики: Дис. к.е.н.: 08.00.04., Харків - 2011 5. *Дюжев В.Г.*, Організаційно-економічні проблеми підвищення інноваційної восприимчивости к технологіям нетрадиційної відновлюваної енергетики в Україні. Монографія. – Х.: «Цифрова типографія №1» 6. *Гуревич М. М.* Введение в мировую рыночную экономику (Гуманный вектор): учеб. пособие для студентов экон. специальностей / *М. М. Гуревич.* - Х.: НТУ "ХПИ", 2006. - 527 с. 7. *Микеев А. К.* Противопожарная защита атомных электростанций. -М.: Энергоатомиздат, 1990. - 432 с. 8. Україна чить пам'ять жертв аварії на Чорнобильській АЕС [Електронний ресурс] // По матеріалам «Україна сьогодні» (источник - www.korrespondent.net). – Режим доступу: http://www.ua-today.com/modules/myarticles/article_storyid_1431.html 9. ЧП в Мексиканском заливе: из нефтяной трубы тоннами хлещет нефть [Електронний ресурс] // По матеріалам «ForU». – Режим доступу: <http://forua.com/world/2010/05/13/124105.html> Глава НКРЭ: Себестоимость производства электроэнергии на гидроэлектростанциях составляет 0,11 грн РБК-Украина, 30.06.2011, Киев, 23:00 <http://www.rbc.ua/rus/newsline/show/glava-nkre-sebestoimost-proizvodstva-elektroenergii-30062011230000> 10. День солнечной энергетики в Украине. <http://www.eney.kiev.ua/index.php?p=350> 11. Ветровые электростанции – инвестиции <http://viter.com.ua/vetrovye-elektrostantsii-investicii-259.htm> 12. Технологические аспекты сжигания биотоплива http://www.rostelo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=418 13. Стоимость энергии ветра <http://plata.ru/rus/vetroenergetika/stoimost-energii-vetra.htm> 14. Перспективы развития европейского рынка геотермальной энергетики <http://abercade.ru/research/analysis/4027.html>