

УДК 621.311

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ РЕГИОНОВ УКРАИНЫ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

В. П. Калинин, М. Т. Кокорина

Институт энергосбережения и энергоменеджмента, НТУУ «КПИ»
ул. Борщаговская 115, г. Киев, 03056, Украина. E-mail: kokorina_mariia@ukr.net

Рассмотрены пути повышения объемов генерации энергии возобновляемыми и нетрадиционными источниками энергии Украины. Планирование энергообеспечения регионов Украины состоит из следующих этапов: прогнозирование энергетических показателей, выбор приоритетных технологий генерации и оценка рисков генерации возобновляемыми и нетрадиционными источниками энергии. Обосновано применение адаптивных моделей прогнозирования, в частности метода Хольта–Винтерса для прогнозирования энергетических и финансовых показателей. Выбор приоритетных технологий осуществляется с помощью Метода Анализа Иерархий. В работе также приведена классификация рисков, которые могут возникнуть в процессе работы предприятий энергетической отрасли. Для анализа использован Метод Анализа Сетей и соответствующее программное обеспечение Super Decisions, разработанные Т. Саати. Проведен анализ девяти групп рисков по трем стратегиям – принятие, перенос и уменьшение риска. Результаты исследования показывают, что Украина будет следовать мировым тенденциям развития энергетической отрасли.

Ключевые слова: возобновляемые источники, прогнозирование, приоритетные технологии, оценка рисков.

ПЛАНУВАННЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

В. П. Калінчик, М. Т. Кокоріна

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ»
вул. Борщаговська 115, м. Київ, 03056, Україна. E-mail: kokorina_mariia@ukr.net

Розглянуті шляхи підвищення обсягів генерації енергії відновлюваними і нетрадиційними джерелами енергії України. Планування енергозабезпечення регіонів України складатиметься з наступних етапів: прогнозування енергетичних показників, вибір пріоритетних технологій генерації та оцінка ризиків генерації відновлюваними та нетрадиційними джерелами енергії. Обґрунтовано застосування адаптивних моделей прогнозування, зокрема методу Хольта–Вінтерса для прогнозування енергетичних і фінансових показників. Вибір пріоритетних технологій здійснюється за допомогою Методу Аналізу Ієрархій. У роботі також наведено класифікацію ризиків, які можуть виникнути в процесі роботи підприємств енергетичної галузі. Для аналізу використано Метод Аналізу Мереж і відповідне програмне забезпечення Super Decisions, розроблені Т. Сааті. Проведено аналіз дев'яти груп ризиків за трьома стратегіями – прийняття, перенесення і зменшення ризику. Результати дослідження показують, що Україна буде слідувати світовим тенденціям розвитку енергетичної галузі.

Ключові слова: відновлювані джерела, прогнозування, пріоритетні технології, оцінка ризиків.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Характерной особенностью современной энергетики Украины является постепенное движение в направлении развития экологически чистой энергетики на основе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. К основным нетрадиционным возобновляемым источникам энергии, которые считаются перспективными для Украины на ближайшее будущее, относятся: биомасса, солнечная, геотермальная, ветровая энергия, а также энергия малых водотоков. Кроме того, целесообразным считается вносить в вышеуказанный перечень и нетрадиционные небалансовые энергетические ресурсы, нетрадиционный газ, потенциальные возможности энергосбережения путем использования специальной техники (утилизации ВЭР, использование тепловых насосов и др.) [1]. Планирование энергообеспечения регионов Украины включает в себя следующие этапы: прогнозирование энергетических показателей, выбор приоритетных технологий генерации и оценка рисков генерации возобновляемыми и нетрадиционными источниками энергии.

Цель работы – возможности планирования энергообеспечения регионов Украины с применением возобновляемых источников энергии.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. *Прогнозирование показателей энергопотребления, генерации традиционными и возобновляемыми источниками энергии.* Прогнозирование в энергетике является одной из задач энергетического мониторинга эффективности энергопотребления, финансового планирования, управления и оптимизации объемов производства энергии и контроля. Также это является основной составляющей для формулирования стратегий и энергетических законов.

В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений исследования и прогнозирования одномерных временных рядов являются адаптивные методы. Важнейшим достоинством адаптивных методов является построение самокорректирующихся моделей, способных учитывать результат прогноза, сделанного на предыдущем шаге [2].

Модель Хольта–Винтерса, или тройное экспоненциальное сглаживание применяется для процессов, которые имеют тренд и сезонную составляющую. Метод Хольта–Винтерса основан на том, что исследуемый временной ряд может быть представлен в виде трех компонент: базовой компоненты, линии тренда и сезонного эффекта. Алго-

ритм предполагає, що кожна з цих компонент змінюється во часі. К змінюючись значенням кожної з компонент застосовується експоненціальне згладжування.

Як і в методі експоненціального згладжування, прогноз на наступний період вираховується застосуванням до поточного значення прогнозу коефіцієнтів α , β , γ . Дані коефіцієнти визначаються параметрами моделі і можуть приймати значення в межах від 0 до 1. При більш високих значеннях коефіцієнтів минулі значення компонентів враховуються в більшій ступені, ніж поточні, а при більш низьких найбільше впливання на прогноз викликають поточні значення компонентів.

Прогнозом виступає сума всіх трьох компонентів:

$$\hat{f}_{t+1} = a_t + b_t + c_{t+1-m} \quad (1)$$

де a_t – базова компонента, b_t – лінія тренда, c_t – сезонний ефект, m – період сезону.

Новою оцінкою базової компоненти стає її поточне значення, скорректированное з урахуванням значення сезонного коефіцієнта. Як нове значення базової компоненти залежить від змін лінії тренда, прогноз тренда додається до коефіцієнту базової лінії:

$$a_t = \alpha(y_t - c_{t-m}) + (1-\alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2)$$

Новий оцінку тренда – це різниця між новим і старим значенням базової компоненти:

$$b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1} \quad (3)$$

Крім того, новою оцінкою сезонного компонента виступає різниця між його поточним значенням і відповідною базовою компонентою:

$$c_t = \gamma(y_t - a_t) + (1-\gamma)c_{t-m} \quad (4)$$

Формули (2)–(4) використовуються тільки для отримання поточних значень компонентів за один часовий інтервал, т.к. ці збережені значення перераховуються в кожній ітерації.

Прогноз по методу Хольта–Винтерса на p періодів вперед дорівнює:

$$\hat{f}_{t+p} = (a_{t+p} \cdot b_t) \cdot c_{t+p-m} \quad (5)$$

де \hat{f}_{t+p} – прогноз по методу Хольта–Винтерса на p періодів вперед; a_t – базова компонента (експоненціально згладжена величина за останній період); p – порядковий номер періоду, на який робиться прогноз; b_t – тренд за останній період, c_{t+p-m} – коефіцієнт сезонності за цей же період в останньому сезоні [3].

Результати прогнозування об'ємів генерації енергії ОЕС України зображені на рис. 1.



Рисунок 1 – Результати прогнозування генерації ОЕС України по методу Хольта–Винтерса

Для більш довгострокового планування і прогнозування еколого-енергетических показників на 50–100 років вперед використовуються такі моделі, як LEAP, EnergyPLAN, MARKAL/TIMES, MESSAGE, IKARUS, INFORSE і інші. Моделі для енергетического планування використовуються для набору цілей: виконати аналіз попиту і пропозиції, для розробки прогнозів, в цілях виявлення пробелів в попиті і пропозиції і їх можливих варіантів, для представлення результатів впливу на систему (рис. 2, 3).

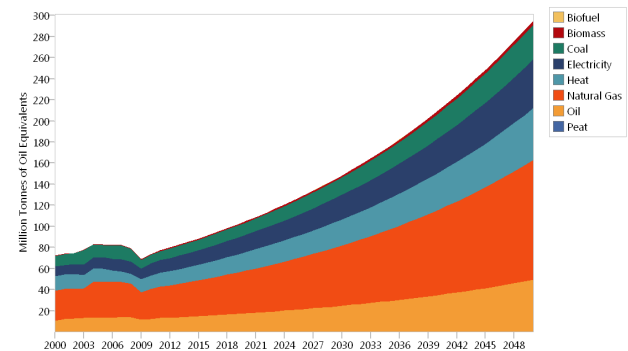


Рисунок 2 – Прогноз попиту на енергію для України до 2050 року

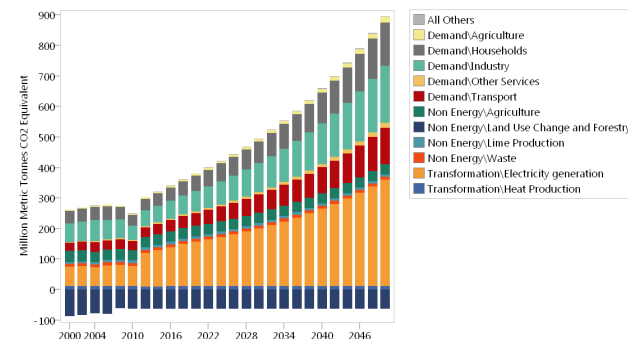


Рисунок 3 – Прогноз викидів парникових газів для України до 2050 року

Самим відомим і найбільш часто використовуваним в розвиваючихся країнах є LEAP.

LEAP (Long-range Energy Alternatives) є інтегрованим інструментом моделювання,

который можно использовать для отслеживания энергетического потребления, производства и добычи ресурсов для всех секторов экономики. LEAP – это всесторонний интегрированный инструмент эко-энергетического моделирования сценариев. Сценарии зависят от того, каким образом потребляется, превращается и вырабатывается энергия в определенной энергетической системе с учетом альтернативных предположений о количестве населения, экономического развития, технологий, цен и т.д. Он отличается своей гибкостью, прозрачностью и легкостью в использовании.

Для прогнозирования используется база данных Международного Энергетического Агентства. Расчеты проводились на основании данных по генерации и потреблению энергии за 2000–2010 [4].

Результаты исследования подтверждают мировые тенденции развития энергетической отрасли: увеличение потребления первичной и вторичной энергии, рост генерации возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ), сокращение использования ископаемых видов энергии, а также рост стоимости энергии.

Выбор приоритетных технологий энергообеспечения регионов Украины. Чистая возобновляемая энергия – это ключевая стратегия развития энергетического сектора в будущем. Использование ВИЭ может решить вопросы, связанные с глобальными экологическими проблемами, зависимостью от импорта ископаемого топлива, уязвимостью энергетического сектора и т.д.

Выбор среди множества альтернатив развития и использования возобновляемых источников энергии, где необходимо учитывать не только экологические аспекты, но и экономические, технические и социальные критерии, требуют использования сложных техник принятия решения. Многочисленность критериев, а также комплексность энергетического планирования и проектов делает многокритериальный анализ ценным инструментом для процесса принятия решений.

Метод анализа иерархий (МАИ) позволяет с помощью простых и хорошо обоснованных правил найти решение многокритериальных задач, включающих качественные и количественные факторы, причем, количественные факторы могут иметь разную размерность.

Метод основан на декомпозиции задачи и представлении ее в виде иерархической структуры, что позволяет включить в иерархию все имеющиеся у ЛПР знания по решаемой проблеме и последующей обработке суждений лиц, принимающих решения. В результате может быть выявлена относительная степень взаимодействия элементов в иерархии, которые затем выражаются численно.

Метод анализа иерархий включает процедуры синтеза множественных суждений, получения приоритетности критериев и нахождения альтернативных решений [5–7].

Схематически процесс выбора приоритетных технологий энергообеспечения можно представить в виде доминантной иерархии (рис. 4).

В ходе анализа базы данных существующих эффективных технологий определены следующие критерии и альтернативы.

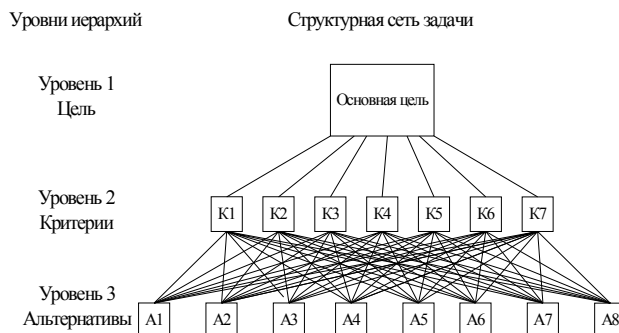


Рисунок 4 – Структурная сеть задачи

Критерии, по которым оцениваются технологии: K1 – мощность, которую производит установка, кВт; K2 – потенциал возобновляемого источника энергии для определенной технологии на выбранной территории, млн. т у.т.; K3 – уровень эффективности установки, %; K4 – уровень выбросов при работе установки, кг/МВт·ч; K5 – капитальные и первоначальные затраты (стоимость 1 кВт установленной мощности), €/кВт; K6 – эксплуатационные расходы, при работе установки, € / МВт·ч; K7 – стоимость производства электрической и/или тепловой энергии при работе установки, стоимость по «Зеленому» тарифу, € / МВт.

Рассмотрено восемь технологий, работающих на ВИЭ для производства тепловой и/или электрической энергии: A1 – фотоэлектрические установки; A2 – ветровые турбины; A3 – установки на биомассе; A4 – микро/малые гидроэлектрические установки; A5 – геотермальные системы; A6 – промышленные турбины (доменный газ); A7 – микротурбины (энергия сточных вод); A8 – тепловые насосы (низкопотенциальная теплота грунта).

По результатам работы разработаны атласы рекомендованных технологий для 24 областей и АР Крым, для восьми энергосистем Украины, а также для страны в целом. Рассмотрим Атлас на примере Автономной Республики Крым (рис. 5).

Благодаря удачному географическому положению, АР Крым имеет благоприятные условия для внедрения технологий распределенной генерации с комплексным применением возобновляемых источников энергии. Потенциал возобновляемых и нетрадиционных источников энергии приведен в табл. 1 (рис. 5). Высокий потенциал имеют энергия солнца, ветра, биомассы и геотермальная энергия. Годовое потребление энергоресурсов на обеспечение потребностей в электрической и тепловой энергии составляет 4,23 т у.т. Из диаграммы 1 (рис. 5) видно, что потенциал возобновляемых источников не только перекрывает энергетические потребности полуострова, но и может быть использован для обеспечения энергетических потребностей соседних

с Крымом регионов страны. Потенциал экспорта энергоносителей составляет 82,98 % от общего по-

требления энергоресурсов Крыма. Наибольший потенциал приходится на энергию ветра (111,11%).

АР Крым

Таблица 1. Потенциал возобновляемых источников энергии, годовое энергопотребление, площадь области

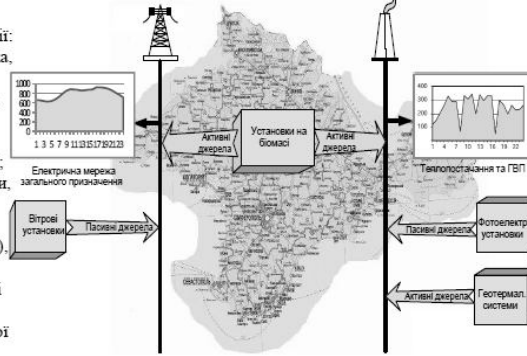
Область	Потенциал энергии солнца, млн. т у.п.	Потенциал энергии ветра, млн. т у.п.	Потенциал энергии биомассы, млн. т у.п.	Потенциал малой гидроэнергетики, млн. т у.п.	Потенциал геотерм. энергии, млн. т у.п.	Потенциал надп. тиску доменного газа, млн. т у.п./год	Потенциал низкопот. тепловой энергии сточных вод, млн. т у.п.	Потенциал низкопот. теплоты грунта та грунтовых вод, млн. т у.п.	Сумарний потенціал, млн. т у.п.	Річне енергосп. т у.п.	Площа області, тис. км ²
АР Крым	0,38	4,7	0,99	0,05	1,11	0	0,16	0,35	7,74	4,23	26,1

Діаграма 1. Відсоток заміщення, %



Критерії оцінки

- Критерії, за якими оцінюються технології:
- K1** – потужність, яку виробляє установка, [кВт];
- K2** – потенціал відновлюваного джерела енергії для визначеної території, [млн. т у.п.];
- K3** – рівень ефективності установки, [%];
- K4** – рівень викидів при роботі установки, [кг/МВт*год.];
- K5** – капітальні та початкові витрати (вартість 1 кВт встановленої потужності), [€/кВт];
- K6** – експлуатаційні витрати, при роботі установки, [€/МВт*год.];
- K7** – вартість електричної та/або теплової енергії за «Зеленим» тарифом, [€/МВт].

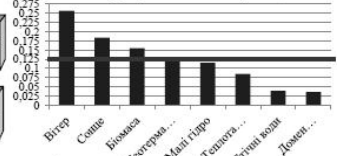


Визначення пріоритетів технологій

В результаті розрахунків маємо наступні технології, першочергово рекомендовані для покриття попиту:

1. Ветрові турбіни
2. Фотоелектричні установки
3. Установки на біомасі
4. Геотермальні системи

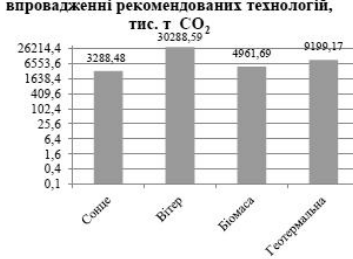
Діаграма 2. Пріоритетність впровадження



Діаграма 3. Економічні показники при впровадженні рекомендованих технологій



Діаграма 4. Скорочення викидів CO₂ при впровадженні рекомендованих технологій,



Інші технології мають таку пріоритетність впровадження:

5. Малі гідроелектричні установки
6. Теплові насоси
7. Мікротурбіни (сточні води)
8. Промислові турбіни (доменний газ)

Діаграма 5. Рекомендовані технології для заміщення, %

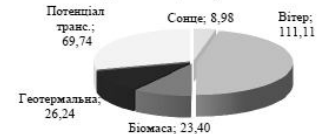


Рисунок 5 – Атлас пріоритетних технологій виробництва електричної/теплової енергії по усередненим даним для АР Крым із возобновляемых и нетрадиционных источников энергии с учетом «Зеленого» тарифа

Расчет приоритетов технологий генерации проведено с использованием экспертных оценок и метода анализа иерархий (диаграмма 2). Технологии, значение приоритета которых выше предельного уровня (0,125), рекомендуются для первоочередного внедрения. Значение 0,125 определено из условия, что сумма приоритетов всех технологий составляет единицу, а первоначальная приоритетность внедрения одинакова. Исходя из этого, АР Крым для первоочередного внедрения можно рекомендовать следующие по приоритету технологии генерации с применением возобновляемых и нетрадиционных источников с учетом «Зеленого» тарифа:

1. Ветровые турбины.
2. Фотоэлектрические установки.
3. Установки на биомассе.
4. Геотермальныe системы.

Общие инвестиционные и эксплуатационные расходы, а также срок окупаемости при внедрении этих технологий, при использовании полного технически достижимого потенциала источников возобновляемой энергии приведены на диаграмме 3, рис. 5.

Сокращение выбросов CO₂ является одним из требований на пути к устойчивой энергетике. Использование технологий с низкими или нулевыми выбросами парниковых газов позволит в будущем

не только сохранить окружающую среду, а также продавать квоты на выбросы. При внедрении рекомендованных технологий генерации Крым может сократить выбросы на 47737,93 тыс. т CO₂. Ветровые турбины имеют наибольший потенциал сокращения – 30288,59 тыс. т CO₂ (диаграмма 4, рис. 5) благодаря замещению 111,11 % потребления органического топлива и нулевым выбросам парниковых газов при производстве электроэнергии. При внедрении рекомендованных технологий имеем полное замещение потребления органического топлива ВИЭ и потенциал транспортировки в соседние регионы – 69,74 % (диаграмма 5, рис. 5).

Оценка рисков генерации энергии возобновляемыми и нетрадиционными источниками. Риски и неопределенности возникают во всех проектах связанных с энергетикой, особые сложности имеют проекты возобновляемой и нетрадиционной энергетики. Риски имеют сильное влияние на каждой стадии проекта – начиная с концепции проекта, технико-экономического обоснования, проектирования и планирования, проведения торгов и тендеров, строительстве и на этапе функционирования.

В процессе оценки рисков и анализа решений широко используется метод анализа сетей (МАС) [8] для оценки ключевых факторов риска и анализа последствий выбранных альтернативных решений.

Также MAC позволяет внедрять различные факторы и критерии, – материальные и нематериальные – которые характеризуют оценку рисков. В методе анализа сетей не накладываются ограничения на виды зависимостей между элементами модели. Ключевым понятием в рамках данного метода является влияние, т.е. воздействие одного элемента на другой [9].

MAC представляет собой универсальную теорию измерений влияния в шкале отношений с учетом зависимостей и обратных связей. Сеть представляет собой набор компонентов, которые являются аналогами уровней в иерархии. Компоненты, связанные направленными дугами, могут располагаться в произвольном порядке. В процессе парных сравнений объектов в одном компоненте выявляется доминирование влияния элементов пары на третий элемент, принадлежащий этому или другому компоненту. Кроме того, в сетевых задачах компоненты могут рассматриваться как взаимодействующие объекты, которые влияют друг на друга относительно некоторого критерия или свойства более высокого порядка. Критериями для проведения сравнений являются либо элементы уровней, либо неявно сформулированная главная цель. При сравнении элементов в сетях задается вопрос: какой из двух объектов сильнее влияет на некоторый третий объект в смысле управляющего критерия [8].

В методе аналитических сетей выделяются две части. Первая – это выбор управляющих критериев с построением управляющих иерархий и сетей. Вторая – построение сетей взаимного влияния элементов и кластеров. Для каждого управляющего критерия строится своя сеть. Формирование кластеров, элементов и связей осуществляется экспертами и ЛПР в рамках конкретной предметной области.

На рис. 6 представлена схема сетевой задачи, которая показывает связи (влияние) между группами рисков и альтернативами.

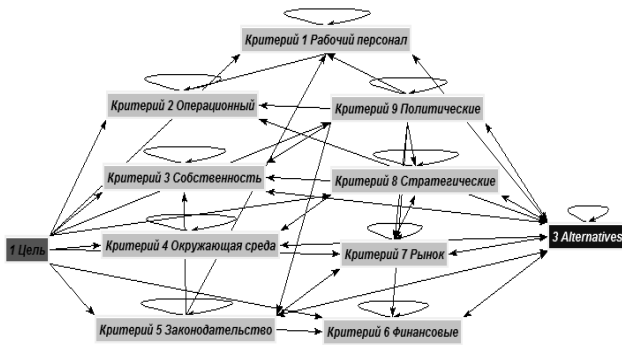


Рисунок 6 – Схема сетевой задачи анализа рисков возобновляемой энергетики

Стрелка от одного кластера к другому показывает, что все или некоторые элементы первого кластера влияют на все или некоторые элементы второго кластера. Круговые циклы соответствуют взаимному влиянию между элементами одного кластера.

В данной работе риски разделены на девять групп или кластеров: рабочий персонал, операционные, собственность, окружающая среда, законодательство, финансовые, рынок, стратегические и политические риски. Каждая группа имеет собст-

венную подгруппу. Они оцениваются по возможности использования одной из трех стратегий – уменьшение риска, перенос риска и принятие риска. Метод позволяет определить, какая из стратегий является приоритетной в общем процессе оценки рисков, а также, какая стратегия наиболее приемлема для группы и отдельных рисков.

Программное обеспечение для MAC (Super Decisions), разработанное Розан Саати и Уильямом Адамсом, используется для принятия решений в системах с зависимостью и обратной связью и выполняет необходимые вычисления автоматически, освобождая пользователя от трудоемкого анализа различных случаев. Результаты расчетов изображены на рис. 7.

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
1 Уменьшение риска	[Bar]	1.00000	0.498672	0.163467
2 Перенос рисков	[Bar]	0.29131	0.145272	0.047621
3 Принятие риска	[Bar]	0.714009	0.356056	0.116717

Рисунок 7 – Ключевые результаты оценки

Ключевые результаты проведенных попарных сравнений, показывают, что альтернатива, имеющая наивысшую оценку 0,499 – это уменьшение рисков. Возможность уменьшения последствий возникновения рисков, относящихся к данной альтернативе является наиболее приоритетной для ЛПР. Риски, вероятность возникновения которых невозможно ни уменьшить ни делегировать, находятся на втором месте (приоритет 0,356). Риски, которые могут быть перенесены или делегированы другим ответственным лицам имеют наименьшее значение 0,145 (рис. 7).

На рис. 8 изображено соответствие альтернатив группам риска.

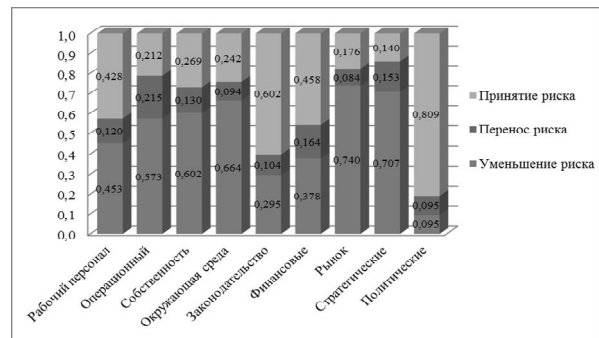


Рисунок 8 – Результаты расчетов: соответствие альтернатив группам риска

Как видно из диаграммы, риски связанные с рабочим персоналом, возможно уменьшить (0,453), например нанимая на работу квалифицированный персонал или совершенствуя безопасность сотрудников. Но также существуют риски, которые должны быть приняты (0,428), такие как, например, забастовки и потеря поставщиков. Шесть рисков,

такі як робочий персонал (0,453), операційний (0,573), власність (0,602), оточуюче середовище (0,664), ринок (0,740) і стратегічні (0,707) мають великий потенціал для зменшення порівняно з іншими альтернативами.

ВИВОДИ. Використання відновлюваних джерел енергії для виробництва електричної та теплової енергії відкриває нові можливості як для захисту оточуючого середовища, так і для економії традиційних ресурсів і енергетичної безпеки країни. Виходячи з результатів роботи, Україна повинна слідувати світовим тенденціям зменшення споживання традиційних ресурсів, збільшення вартості первинної та вторинної енергії, а також розвитку ВИЕ, в тому числі країна має великий потенціал для розвитку відновлюваної енергетики. Аналіз ризиків також показав, що шість з дев'яти груп можуть бути зменшені і тільки на три групи ризику ЛІП не має впливу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Праховник А.В. Мала енергетика: розподілена генерація в системах енергопостачання. – К.: Освіта Україна, 2007. – 464 с.
2. Лукашин Ю.П. Адаптивні методи короткотермінового прогнозування часових рядів. – М.: Фінанси і статистика, 2003. – 416 с.
3. Прогнозування в системі моніторингу локальних мереж / Ісхаков С.Ю., Шелупанов А.А.,

Тимченко С.В. // Доклади ТУСУРа. – 2012. – № 1 (25), частина 2.

4. База даних Міжнародного Енергетичного Агентства [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.iea.org/stats/index.asp>.

5. Саати Т.Л. Метод аналізу ієрархій. – McGraw-Hill, Нью-Йорк, 1980.

6. Саати Т.Л. Теорія методу аналізу ієрархій, частина 2.1 // *System Research & Information Technologies*. – 2003. – № 1. – С. 48–72.

7. Саати Т.Л. Теорія методу аналізу ієрархій і методу аналізу мереж – приклади, Частина 2.2 // *System Research & Information Technologies*. – 2003. – № 2.

8. Саати Т.Л. Прийняття рішень при залежностях і зворотних зв'язках. Аналітичні мережі / Пер. з англ. О.Н. Андрійчикова. – М.: Видавництво ЛКІ, 2008. – 360 с.

9. Ergu, D., Kou, G., Shi, Y. (2011), "Analytic network process in risk assessment and decision analysis", *Computers & Operations Research*, China.

10. Kudrya, S.A., Yacenko, L.V., Dushina, G.P. et al. (2001), *Atlas energrychnogo potentsialu vidnovlualnykh ta netraditsiinykh dzherel energii Ukrainy* [Atlas of energy potential of renewable and unconventional energy sources of Ukraine], NAS of Ukraine, State Committee of Ukraine on Energy Saving, Kyiv, Ukraine.

ASSESSMENT AND PLANNING OF THE REGIONAL ENERGY SUPPLY BASED ON THE RES TECHNOLOGIES

V. Kalinchik, M. Kokorina

Energy Saving and Energy Management Institute, National Technical University of Ukraine «KPI»
vul. Borshchagivska 115, Kyiv, 03056, Ukraine. E-mail: kokorina_mariia@ukr.net

This work aims to increase the amount of energy generated by renewable and non-conventional energy sources in Ukraine. Planning of the regional energy supply consists of the following stages: forecasting of energy indicators, selection of the priority energy generation technologies and risk assessment of the energy production by renewable and non-conventional sources. Application of adaptive forecasting models, in particular the Holt-Winters method for prediction of energy and financial indicators is done. The priority energy generation technologies are chosen by using the Analytic Hierarchy Process. In this article the authors have provided a classification of risks that may occur to renewable energy. Risk analysis was made using the Analytic Network Process (ANP) and corresponding software – the Super Decisions developed by T. Saaty. For the risk assessment the following strategies were selected: to reduce risks, to transfer risks, and to undertake risks. Results of the research have indicated that Ukraine will follow global trends of the energy sector development.

Key words: renewable energy, forecasting, priority energy supply technologies, risk assessment.

REFERENCES

1. Prakhovnik, A.V. (2007), *Malaia energetika: raspredelennaya generatsiya v sistemakh energosnabzheniya* [Distributed generation in the energy supply systems], *Osvita Ukrainy*, Kyiv, Ukraine.

2. Lukashin, Y. (2003), *Adaptivnye metody kratkosrochnogo prognozirovaniya vremennykh ryadov* [Adaptive methods of near-term time series forecasting], *Finance and statistics*, Moscow, Russia.

3. Iskhakov, S.Y., Shelupanov, A.A., Timchenko, S.V., (2012). "Forecasting in the system of LAN monitoring", *Reports of TUSUR*, № 1 (25), part 2, pp. 101–104, Tomsk, Russia.

4. «International Energy Agency database», favailable at: <http://www.iea.org/stats/index.asp>.

5. Saaty, T.L., (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York.

6. Saaty, T.L. (2003), «Theory of the Analytic Hierarchy Process, Part 2.1», *System Research & Information Technologies*, No.1.

7. Saaty, T.L. (2003), «Theory of the Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes—Examples, Part 2.2», *System Research & Information Technologies*, No. 2.

8. Saaty, T.L. (2001), *Decision making with dependence and feedback. The analytic network*, Rws Publications, Pittsburgh, Pennsylvania.

9. Ergu, D., Kou, G., Shi, Y. (2011), «Analytic network process in risk assessment and decision analysis», *Computers & Operations Research*, China.

10. Kudrya, S.A., Yacenko, L.V., Dushina, G.P. et al. (2001), *Atlas energrychnogo potentsialu vidnovlualnykh ta netraditsiinykh dzherel energii Ukrainy* [Atlas of energy potential of renewable and unconventional energy sources of Ukraine], NAS of Ukraine, State Committee of Ukraine on Energy Saving, Kyiv, Ukraine.

Стаття надійшла 07.06.2013.