

1. D.G. Pazhi, V.S. Galustov. Basic techniques of atomization liquids. - M.:Khimiya. - 1984. – 255p. (Rus.)
2. L.A. Vitman, B.D. Katsnel'son, I.I. Paleyev. Atomization of liquid by nozzles / Pod red. S.S. Kutateladze. – M.-L.: Gosenergoizdat, 1972. – 384 p. (Rus.)
3. Blokh A.G., Kichkina Ye.S. On the coefficients of flow and taper angles of the torch // Teploenergetika, 1957. - № 10. – P.35 – 41. (Rus.)
4. Khavkin YU.I. Centrifugal atomizer. – L.: Mashinostroyeniye. – 1976. – 168 p. (Rus.)
5. Baranayev M.K., Tenyakov V.I. The droplet size of the swirler in a wide range of properties of the dispersible liquid // Mekhanika zhidkosti i gaza. – 1970. - № 3. – P. 155 – 162. (Rus.)
6. Dikiy N.A., Solomakha A.S., Petrenko V.G., Barabash P.A. A device for catching drops of liquid from a gas stream. Patent na korysnu model' Ukrainy №81815 vid 10.07.2013r. (Ukr.)
7. Lebedev P.D., Verba M.I. M.K., Leonchik B.I. Some regularities of superheated liquid atomization // Izvestiya VYZov. Energetika, 1959. - № 10. – P.76 – 83. (Rus.)
8. V.P. Icachenko, V.A. Ocipova, A.C. Cykomel. Heat transfer. – M.: Energiya. – 1975. – 488 p. (Rus.)

Надійшла 18.11.2013  
Received 18.11.2013

УДК 621.311

В.П. Калинин, канд. техн. наук, доцент; М.Т. Буравлёва  
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

## КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПЛАНИРОВАНИЮ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ РЕГИОНОВ УКРАИНЫ

*Целью данной работы является повышение эффективности использования потенциала возобновляемых и нетрадиционных источников энергии (ВНИЭ) регионов Украины за счет использования комплексного подхода. Комплексный подход должен рационально подходить к вопросу выбора проектов на базе ВНИЭ, обеспечивать долгосрочный прогноз показателей для определения основных тенденций развития отрасли и региона. Подход обеспечивает обоснованный выбор проектов для первоначального внедрения, учитывая экономические, экологические, технологические критерии из набора возможных альтернатив. Включает составляющую анализа рисков энергетических предприятий на базе ВНИЭ и приоритетные приемы управления ними. Результаты долгосрочного прогнозирования для Украины подтверждают мировые тенденции развития энергетической отрасли, а именно увеличение спроса на энергию, рост генерации традиционными и возобновляемыми источниками энергии. Комплексный подход к анализу проектов возобновляемой энергетики облегчает и ускоряет процесс принятия решений выбора проектов на базе ВНИЭ, сокращает возможные потери за счет учета рисков.*

**Ключевые слова:** возобновляемые и нетрадиционные источники энергии, комплексный подход, долгосрочное прогнозирование, приоритетные технологии генерации энергии, оценка рисков.

**Вступление.** Мировые тенденции рационального использования энергии и забота об окружающей среде обуславливают перспективность энергосбережения, повышения уровня энергоэффективности, а также использования возобновляемых и нетрадиционных источников энергии. Вопрос энергосбережения и энергоэффективности является актуальным для всех стран, вне зависимости от уровня развития экономики страны, их решение влияет на конкурентоспособность продукции, энергетическую независимость и экологическую безопасность. Развитие крупных тепловых, атомных и гидроэлектростанций со все большими единичными мощностями генерирующего оборудования не могло не оказать отрицательного, часто необратимого влияния на экологию, как отдельных регионов, так и

---

© Калинин В.П., Буравлёва М.Т., 2013

стран в целом [1].

В настоящее время во всем мире наблюдается повышенный интерес к использованию в различных отраслях экономики возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Это связано с происходящими изменениями в энергетической политике мировых держав, где определяющее значение приобретает переход на энергосберегающие и ресурсосберегающие технологии.

На данный момент доля ВИЭ в структуре энергопроизводства 3%, в производстве электроэнергии – 6,5 %. Энергетическая стратегия Украины до 2030 года [2] предполагает увеличение практически в четыре раза использования ВИЭ. Общая мощность электростанций, использующих ВИЭ (за исключением биотоплива и малых ГЭС), должна вырасти в 2030 году до 2,1 ГВт. Наибольший рост ожидается в использовании солнечной энергии, энергии ветра.

**Цель и задание.** Целью данной работы является повышение эффективности использования потенциала возобновляемых и нетрадиционных источников энергии регионов Украины за счет использования комплексного подхода.

**Материал и результаты исследования.** Анализируя вопрос возможности использования ВНИЭ для генерации энергии можно утверждать, что задача планирования и управления энергообеспечением регионов требует не только технических, но и организационно-управленческих решений с использованием многокритериальных моделей анализа и выбора проектов. Среди задач, которые требуют детального анализа и последующего исследования являются вопросы разработки моделей долгосрочного прогнозирования, необходимость разработки научных подходов и методов оценки и выбора приоритетных проектов возобновляемой и нетрадиционной энергетики для различных территориальных единиц, а также оценки рисков энергетических предприятий на базе ВНИЭ.

Использование комплексного подхода к процессу планирования энергообеспечения регионов с использованием ВНИЭ обеспечивает более эффективное использование потенциала регионов в сфере возобновляемой и нетрадиционной энергетики, облегчает и ускоряет процесс принятия решений выбора проектов на базе ВНИЭ, сокращает/предотвращает возможные потери за счет учета рисков. Под комплексным подходом подразумевается комплекс научных, технических, производственных, социально-экономических и других мероприятий, взаимосвязанных ресурсами и исполнителями, выполнение которые обеспечивает достижение поставленной цели [3]. На данный момент не существует прозрачного механизма многокритериального анализа возможностей регионов в сфере использования потенциала ВНИЭ. Результаты оценки потенциала источников энергии обеспечивают только одну составляющую подхода, которой недостаточно для комплексной оценки возможностей региона. При комплексном подходе к процессу планирования энергообеспечения регионов проводится многоэтапный анализ, как проектов возобновляемой энергетики, так и рисков их внедрения энергетическими предприятиями по множеству критериев.

Комплексный подход должен рационально подходить к вопросу выбора проектов на базе ВНИЭ, обеспечивать долгосрочный прогноз показателей для определения основных тенденций развития отрасли и региона. Подход должен обеспечивать обоснованный выбор проектов для первоначального внедрения, учитывая экономические, экологические, технологические критерии из набора возможных альтернатив. Должен включать в себя составляющую анализа рисков энергетических предприятий на базе ВНИЭ и приоритетные приемы управления ними.

Результатом комплексного подхода планирования являются средства долгосрочного прогнозирования энергетических показателей, определения приоритетных технологий генерации энергии ВНИЭ и оценки рисков внедрения проектов возобновляемой и нетрадиционной энергетики с целью максимального использования потенциала ВНИЭ.

Для создания такой системы необходимо использование определенного математического аппарата, который позволит решить поставленные задачи. Основой такого инструментария должна служить разработка многокритериальных моделей и способов планирования энергоснабжения регионов ВНИЭ при условии комплексного подхода. Подход включает в себя выполнение следующего комплекса задач, которые являются составляющими процесса планирования энергообеспечения возобновляемыми и нетрадиционными источниками энергии (рис. 1):

- анализ и прогнозирование эко-энергетических показателей генерации, потребления энергии, которые отображают общие тенденции развития отрасли;
- анализ и экспертное оценивание критериев и альтернатив энергообеспечения ВНИЭ;
- использование метода анализа иерархий для вычисления приоритетности альтернатив энергообеспечения с целью определения рекомендуемых технологий для первоначального внедрения;
- анализ и экспертное оценивание рисков и приемов управления ними, характерных энергетическим предприятиям на базе ВНИЭ с целью определения наиболее влиятельных;
- применение метода анализа сетей (МАС) для ранжирования и определения наиболее эффективных приемов управления рисками.

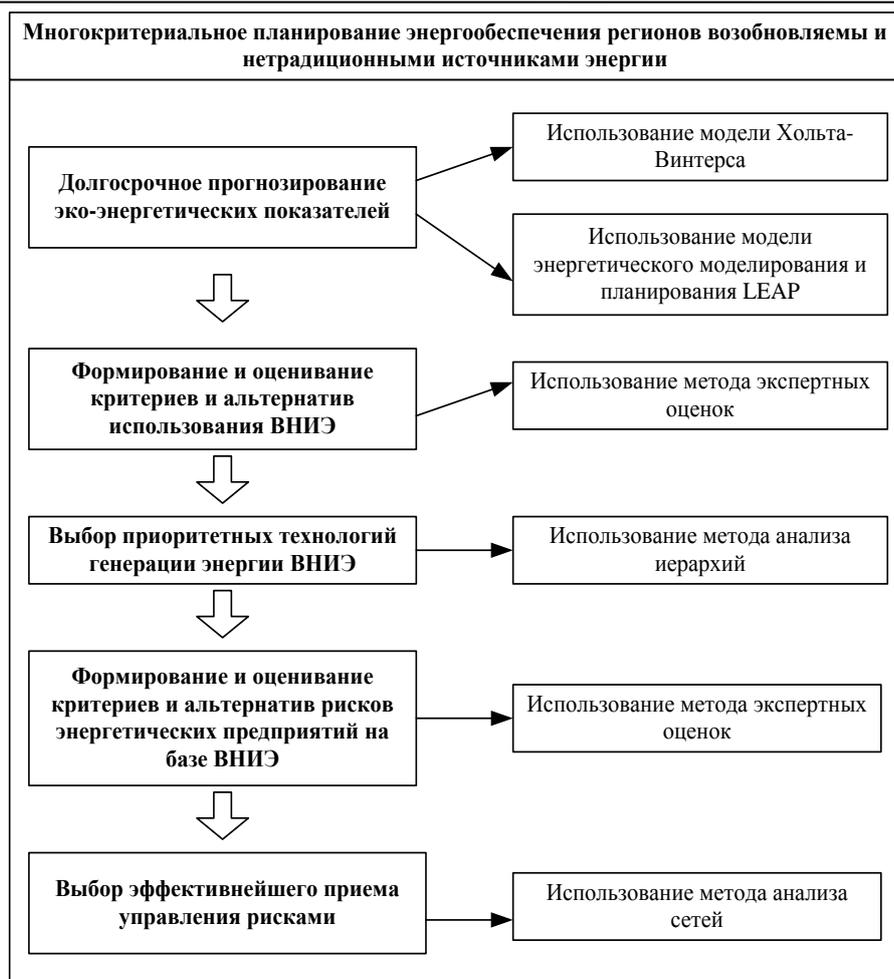


Рис. 1 Структурная схема задачи планирования энергообеспечения регионов возобновляемыми и нетрадиционными источниками энергии при комплексном подходе

Поскольку выполнение поставленных целей и задач имеет многоэтапную и разветвленную схему, для их решения необходимо использовать комплекс математических моделей, каждая из которых направлена на решение своих задач, с целью их компоновки для решения поставленной цели – повышение эффективности использования энергетического потенциала возобновляемых и нетрадиционных источников энергии регионов Украины.

Весь комплекс мероприятий по планированию энергообеспечения регионов с использованием ВНИЭ обеспечит более эффективное использование потенциала регионов в сфере возобновляемой и нетрадиционной энергетики, упростит и ускорит процесс принятия решений относительно выбора проектов, сократит/предотвратит возможные потери за счет учета рисков.

Несмотря на низкую востребованность в предшествующее десятилетие, энергетическое прогнозирование может сыграть важную роль в разработке энергетических, экономических, государственных политик и как стимул развития прикладных и теоретических исследований. Актуальность долгосрочного прогноза развития энергетики имеет несколько аспектов. Во-первых, долгосрочный прогноз является важным инструментом повышения эффективности, действенности энергетической политики, что приобретает особую важность в период технической бума развития новых технологий как традиционной, так и возобновляемой энергетики, а также постоянного повышения стоимости энергии, истощения ископаемых источников. Во-вторых, долгосрочный прогноз, являясь системным, комплексным и периодически повторяющимся масштабным мероприятием, стимулирует развитие методологии и методики энергетических, технологических, экономических исследований, что обеспечивает симбиоз междисциплинарных разработок. В-третьих, организация исследований по долгосрочному прогнозу может обеспечить конструктивное взаимодействие науки, бизнеса, общественных организаций и государственной власти, а также широкое распространение полученных результатов, что в итоге будет способствовать формированию общего видения перспектив и проблем энергетического развития, условий эффективного согласования локальных и общих интересов [4].

Анализ методов прогнозирования энергетических показателей при наличии таких составляющих, как сезонность и тренд, показал, что целесообразным является использование метода экспоненциального сглаживания, который позволяет обнаружить неадекватность модели реальному процессу и приблизить оценку детерминированной основы процесса к действительной, то есть уменьшить ошибку прогноза. Модель постоянно «впитывает» новую информацию, приспосабливается к ней и поэтому отражает тенденцию развития, существующую в данный момент. Для прогнозирования на долгосрочный период времени необходимо учитывать сезонные колебания, цикличность и тренд, что достигается за счет применения модели Хольта-Винтерса [5]. Преимуществом метода является то, что исследуемый временной ряд может быть представлен в виде трех компонент: базовой компоненты, линии тренда и сезонного эффекта. Прогноз на следующий период вычисляется применением к текущему значению прогноза коэффициентов  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . Данные коэффициенты определяются параметрами модели и могут принимать значения в пределах от 0 до 1. При более высоких значениях коэффициентов прошлые значения компоненты учитываются в большей степени, чем текущие, а при более низких наибольшее влияние на прогноз оказывают текущие значения компонент

Прогноз есть сумма всех трех компонент:

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

где  $a_t$  - базовая компонента,

$b_t$  - линия тренда,

$c_t$  - сезонный эффект,

$m$  - период сезона (цикл).

Новая оценка базовой компоненты есть ее текущее значение, скорректированное с учетом значения сезонного коэффициента. Так как новое значение базовой компоненты зависит от изменений линии тренда, прогноз тренда прибавляется к коэффициенту базовой линии:

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

Новая оценка тренда есть разность между новым и старым значением базовой компоненты:

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

Новая оценка сезонного компонента есть разность между его текущим значением и соответствующей базовой компонентой:

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

Прогноз по методу Хольта-Винтерса на  $p$  периодов вперед равен:

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

где  $\hat{y}_{t+p}$  - прогноз по методу Хольта-Винтерса на  $p$  периодов вперед,

$a_t$  - базовая компонента (экспоненциально сглаженная величина за последний период),

$p$  - порядковый номер периода, на который делается прогноз,

$b_t$  - тренд за последний период,

$c_{t+p-m}$  - коэффициент сезонности за этот же период в последнем сезоне.

На рис. 2 представлены результаты расчета экспоненциально сглаженного ряда и прогноз генерации электроэнергии Объединенного Энергосистемой Украины (ОЭС) на основании данных по генерации энергии, зафиксированных за период январь 2009 – декабрь 2011 года (рис.2).

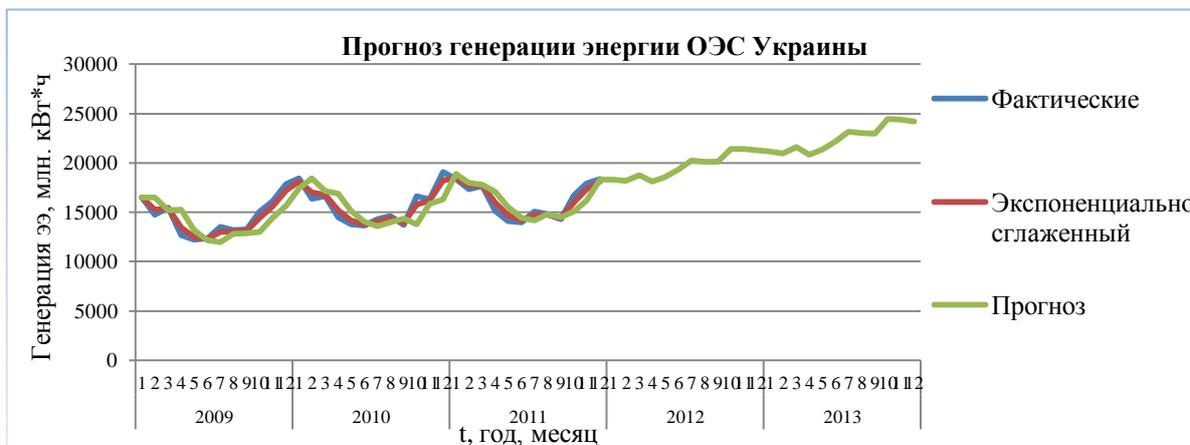


Рис. 2 График фактических, экспоненциально сглаженных и прогнозных значений ОЭС Украины на 2009-2013 года

Для прогнозирования на 20, 50, 100 лет вперед используются модели энергетического планирования и прогнозирования эко-энергетических показателей. Анализ источников и моделей показал, что для энергетического прогнозирования и планирования, наиболее адаптированной является LEAP. LEAP (Long-range Energy Alternatives) - это всесторонний интегрированный инструмент эко-энергетического моделирования сценариев. Эти 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.

Результаты прогнозирования с помощью данного инструмента показаны на рис. 3. Для прогнозирования используется база данных Международного Энергетического Агентства. Расчеты проводились на основании данных по генерации и потреблению энергии за 2000-2010 г.

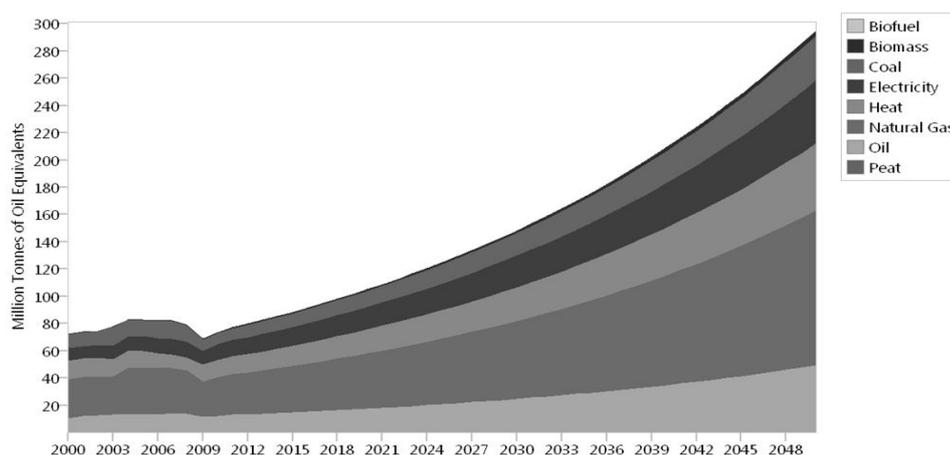


Рис. 3 Прогноз спроса на энергию для Украины до 2050 года

Результаты прогнозирования на 40 лет вперед показывают стабильный рост потребления и генерации энергии различными источниками энергии. Результаты расчетов показали, что прогнозирование энергетических показателей с использованием модели энергетического планирования LEAP отличаются от прогнозных значений по модели Хольта-Винтерса. Это связано с разными подходами методов к прогнозированию. Суть метода Хольта-Винтерса заключается в использовании только прошлых значений временного ряда, без учета экономических, политических, социальных критериев. Прогнозная модель LEAP предполагает использование как ретроспективных данных по энергогенерации, так и альтернативных предположений о количестве населения, экономического развития, технологий, цен и т.д. Так при прогнозировании показателей в LEAP были учтены национальные цели, стратегии и планы развития энергетического комплекса. Тем не менее, оба метода могут быть использованы для прогнозирования энергетических показателей и анализа тенденций развития энергетической отрасли Украины только в рамках разных горизонтов прогнозирования.

Учитывая данные тенденции, приоритетными направлениями развития энергетического сектора Украины должны быть энергосбережение, повышение уровня энергоэффективности, а также использование возобновляемых и нетрадиционных источников энергии. 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. Традиционный подход к принятию решений не может справиться со всеми этими проблемами. Множественность критериев, а также участие различных субъектов в процесс принятия решения, делает многокритериальный анализ ценным инструментом для решения различного рода задач возобновляемой энергетики и не только. Решение многокритериальной задачи выбора приоритетных технологий генерации энергии представляет собой поэтапный процесс анализа альтернатив и критериев, проведения экспертного оценивания, определения согласованности экспертных суждений, агрегирование коэффициентов приоритетности критических технологий по всем критериям и расчет коэффициентов глобальных приоритетов технологий методом анализа иерархий.

В результате работы сформирован набор критериев и альтернатив выбора приоритетных технологий генерации энергии для регионов Украины, в который входят следующие критерии и альтернативы.

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.];

К3 - уровень эффективности установки, [%];

К4 - уровень выбросов при работе установки, [кг / МВт \* ч];

К5 - капитальные и первоначальные затраты (стоимость 1 кВт установленной мощности), [€ / кВт];

К6 - эксплуатационные расходы, при работе установки, [€ / МВт \* ч];

К7 - стоимость производства электрической и / или тепловой энергии при работе установки, стоимость по «Зеленому» тарифу [€ / МВт];

Определены 8 технологий, на основе возобновляемых и нетрадиционных источников для производства тепловой и / или электрической энергии.

Вводим следующие обозначения:

A1 - фото-электрические 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)

В результате опроса экспертов, оценки согласованности их суждений и использования метода анализа иерархий для расчета глобальных приоритетов критериев и альтернатив, определены рекомендуемые технологии генерации энергии возобновляемыми и нетрадиционными источниками энергии для регионов Украины. За исходящие данные для расчетов приняты технико-экономические показатели современных энерготехнологий и потенциал ВИЭ, представленный в «Атласе энергетического потенциала возобновляемых и нетрадиционных источников энергии Украины» 2001 года, разработанный Институтом ВИЭ НАН Украины [6]. В результате работы сформированы наборы рекомендованных технологий генерации энергии возобновляемыми и нетрадиционными источниками для 24 областей и АР Крым, для 8 энергосистем Украины, а также для страны в целом.

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 современной литературе по риск-менеджменту приводятся различные варианты классификации рисков. Подавляющее большинство авторов выделяет следующие риски: организационные, рыночные, кредитные, юридические, технико-производственные риски.

В случае энергогенерирующих компаний, данные критерии не позволяют охватить все множество рисков. Существует масса других рисков, связанных, например, с операционной деятельностью, влиянием на окружающую среду и т.д.

Рисков, сопровождающих деятельность энергетических предприятий можно выделить достаточно большое количество, при этом часть из них является общими, а часть обусловлена различными особенностями энергопредприятия (технологическими, производственными и др.)

В результате анализа источников была предложена классификация рисков, которая состоит из 9 групп: рабочий персонал, операционные, собственность, окружающая среда, законодательство, финансовые, рынок, стратегические и политические риски. Для более детального анализа каждая группа содержит определенный набор рисков (рис. 4). Они оцениваются по возможности использования одной из трех стратегий – уменьшение риска, перенос риска и принятие риска. Эти альтернативы определяют возможный выбор при оценке рисков. Метод позволяет определить, какая из стратегий является приоритетной в общем процессе оценки рисков. А также, какая стратегия наиболее приемлема для группы и отдельных рисков. Для анализа и определения наиболее приоритетных альтернатив как для модели в целом, так и для групп и отдельных рисков с помощью МАС используется программное обеспечение Super Decisions [7].

Результаты расчета соответствия альтернатив группам риска (рис. 5) показывают, что риски связанные с рабочим персоналом, возможно уменьшить (0,453), например нанимая на работу квалифицированный персонал или улучшая безопасность сотрудников. Шесть групп рисков, такие как , «рабочий персонал» (0,453), «Операционный» (0,573), «Собственность» (0,602), «Окружающая среда» (0,664), «Рынок» (0,740) и «Стратегические» (0,707) имеют больший потенциал для уменьшения по сравнению с другими альтернативами. В группе «Политических рисков» очень высокое значение имеет альтернатива принятия риска (0,809), также как и «Законодательных» рисков(0,602), это значит, что ни компания ни ЛПР не могут повлиять на решения и законы принимаемые государством. Рыночные риски могут быть уменьшены на 74% за счет верного маркетингово плана, эффективного продвижения продукта и плана продаж.

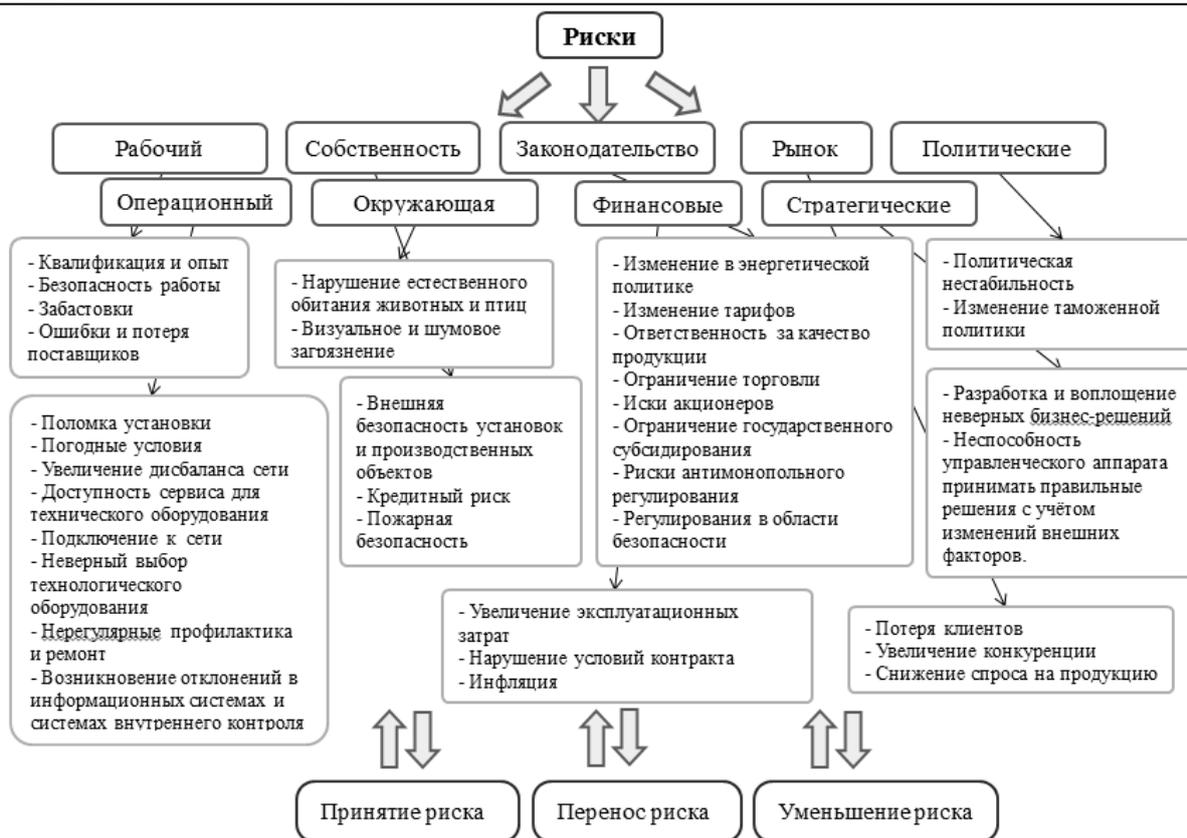


Рис. 4 Схема групп рисков и альтернатив приемов управления ими

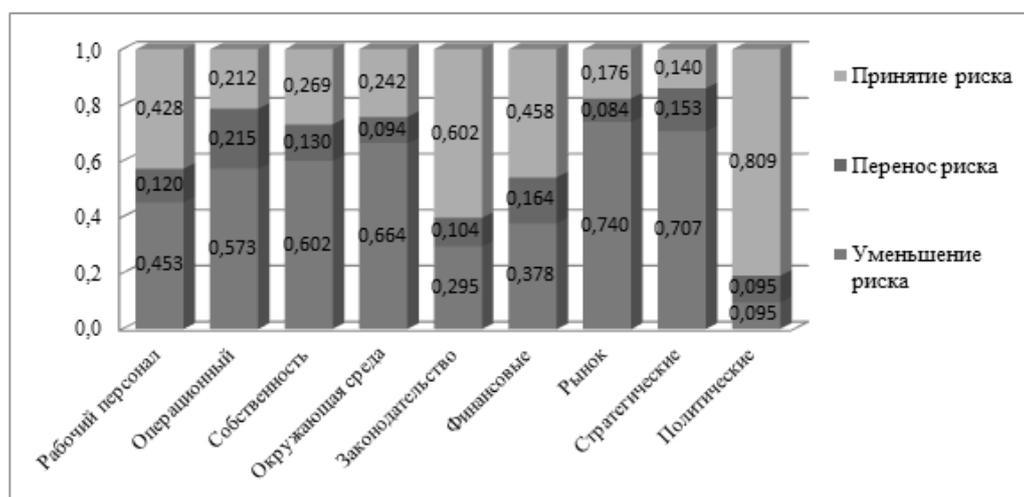


Рис. 5 Соответствие альтернатив группам риска

Исходя из проведенной оценки, можно сделать выводы, что, несмотря на небольшой срок и опыт использования использования ВНИЭ, эта сфера деятельности не относится к группе высокого риска. Возможность возникновения большинства групп рисков может быть уменьшена. Но риски, относящиеся к группам «Законодательные» и «Политические», должны быть приняты, так как ЛПР не может повлиять на возможность их возникновения. В таком случае должны быть приняты меры по уменьшению последствий и сокращению потерь.

**Выводы.** Как показали исследования, результаты оценки потенциала источников энергии обеспечивают только одну составляющую подхода, которой недостаточно для комплексной оценки возможностей региона. При комплексном подходе к процессу планирования энергообеспечения

регионов проводится многоэтапный анализ, как тенденций развития энергетического сектора, проектов возобновляемой энергетики, так и рисков их внедрения энергетическими предприятиями по множеству критериев. Использование комплексного подхода к процессу планирования энергообеспечения регионов с использованием ВНИЭ обеспечивает более эффективное использование потенциала регионов в сфере возобновляемой и нетрадиционной энергетики, облегчает и ускоряет процесс принятия решений выбора проектов на базе ВНИЭ, сокращает/предотвращает возможные потери за счет учета рисков.

#### Список литературы

1. Праховник А.В. Малая энергетика: распределенная генерация в системах энергоснабжения /А.В. Праховник // К.: Освіта України, 2007. – 464 с.
2. Энергетическая стратегия Украины на период до 2030 года: распоряжение N 145-р от 15.03.2006/ Кабинет Министров Украины. / Офиц. изд. – К.: Парлам. изд-во, 2006. – 129 с.
3. Словарь по кибернетике /Под редакцией В. С. Михалевича. – 2-е издание – К.: 1989. – 751 с.
4. Ксенофонтов М.Ю. Теоретические и прикладные аспекты социально-экономического прогнозирования / М.Ю. Ксенофонтов. — М.: ИСЭПН, 2002. — 312 с.
5. Winters P.R. Forecasting sales by exponentially weighted moving averages/ P.R. Winters // Management Science. - 1960. - Vol. 6. - №3.
6. Кудря С.О. «Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України» / Кудря С.О., Яценко Л.В., Душина Г.П. та інші. – НАН України, Державний Комітет України з енергозбереження, - К., 2001, 41с.
7. Саати Томас Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. Пер. с англ. / Науч. ред. А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. — М.: Издательство ЛКИ, 2008. — 360 с.

УДК 621.311

**В.П. Калінчик, канд.техн. наук, доцент; М.Т. Буравльова**  
**Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»**  
**КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ПЛАНУВАННЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕГІОНІВ**  
**УКРАЇНИ**

*Метою даної роботи є підвищення ефективності використання потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії (ВНДЕ) регіонів України за рахунок використання комплексного підходу. Комплексний підхід повинен раціонально підходити до питання вибору проектів на базі ВНДЕ, забезпечувати довгостроковий прогноз показників для визначення основних тенденцій розвитку галузі та регіону. Підхід забезпечує обґрунтований вибір проектів для початкового впровадження, враховуючи економічні, екологічні, технологічні критерії з набору можливих альтернатив. Включає складову аналізу ризиків енергетичних підприємств на базі ВНДЕ та пріоритетні прийоми управління ними. Результати довгострокового прогнозування для України підтверджують світові тенденції розвитку енергетичної галузі, а саме збільшення попиту на енергію, зростання генерації традиційними і відновлюваними джерелами енергії. Комплексний підхід до аналізу проектів відновлюваної енергетики полегшує і прискорює процес прийняття рішень вибору проектів на базі ВНДЕ, скорочує можливі втрати за рахунок врахування ризиків.*

**Ключові слова:** відновлювані та нетрадиційні джерела енергії, комплексний підхід, довгострокове прогнозування, пріоритетні технології генерації енергії, оцінка ризиків.

**V. Kalinchik; M. Buravlova**  
**National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»**  
**COMPREHENSIVE APPROACH TO THE ENERGY SUPPLY PLANNING OF UKRAINIAN**  
**REGIONS**

*The aim of this work is to improve efficiency of the renewable and alternative energy sources potential use (RAES) of the regions of Ukraine through the use of comprehensive approach. This approach should rationally solve the problem of renewable energy projects selection, to ensure long-term forecast of energy system indicators to identify major trends in the energy generation industry and region. Approach provides a reasonable choice of the initial project implementation, taking into account economic, environmental, technological criteria from a set of possible alternatives. Includes a component of the risk analysis of renewable energy-based enterprises and priority risk management techniques. The results of long-term forecasting for Ukraine confirms global trends in the energy sector, namely the increase in energy demand, increase of traditional and renewable energy generation. Comprehensive approach to the analysis of renewable energy projects provides easy and fast decision-making process for project selection based on renewable energy sources, reduces losses due to the risks consideration.*

**Keywords:** renewable and alternative energy sources, comprehensive approach, long-term forecasting, priority technologies of energy generation, risk assessment.

1. Prakhovnik A.V. Distributed generation in the energy supply systems. K.: Osvita Ukraine, 2007. – 464 p.
2. Energy strategy of Ukraine till 2030: Cabinet of Ministers of Ukraine N 145-p от 15.03.2006. – K.: Parlam. izd., 2006. – 129 p.
3. Dictionary of Cybernetics / edited by V.S. Mikhalevich. - 2nd Edition - K.: 1989. - 751 p.
4. Ksenofontov M. Theoretical and applied aspects of the socio-economic forecasting / M. Ksenofontov. - Moscow: ISESP, 2002. - 312.
5. Winters P.R. Forecasting sales by exponentially weighted moving averages/ P.R. Winters // Management Science. - 1960. - Vol. 6. - №3.
6. Kudrya S.A. «Atlas of energy potential of renewable and unconventional energy sources of Ukraine» / Kudrya S.A., Yacenko L.V., Dushina G.P. and others. – NAS of Ukraine, State Commettee of Ukraine on Energy Saving, - K., 2001, 41p.
7. Saaty, Thomas L. Decision making in dependence and feedback: The analytic network. Per. from English. / Scientific. Ed. AV Andreychikov, O.N. Andreichikova. - Moscow: Publishing LKI, 2008. - 360 p.

Надійшла 15.10.2013

Received 15.10.2013

УДК 517.4: 519.652

**А. В. Волошко**, канд. техн. наук, доцент; **Т. Н. Лутчин**; **Я. С. Бедрак**  
**Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»**

## **КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ УЧЕТНЫХ ДАННЫХ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

*В статье предложен комбинированный метод восстановления учетных данных энергопотребления промышленных предприятий. Алгоритмизированы этапы локальных и глобальных методов восстановления значений. Рассмотрены распространенные глобальные методы описания распределения данных. Представлены оценки качества точности выбора модели для описания исследованных выборок.*

*Разработана процедура выбора оптимального математического метода восстановления учетных данных энергопотребления. Также предложено графическое отображение количественных оценок критериев качества моделей. При этом, расчет зависимостей для выборок потребления энергоресурсов и количества производства продукции предлагается вести с учетом их последовательности на круговой диаграмме.*

**Ключевые слова:** глобальные и локальные методы, восстановление данных, учет энергопотребления.

### **Введение**

С ростом технического обеспечения приборов учета энергоресурсов на промышленных предприятиях приобретают актуальность вопросы, связанные с достоверностью измеренной информации, задачами накопления, хранения и передачи данных. При этом полученные данные поддаются анализу рядом методов, связанных с предварительной их обработкой, группированием, кластеризацией, классификацией, сжатием, восстановлением. Одна из самых проблематичных ситуаций возникает при потере учетных данных (вследствие несанкционированных вмешательств, технических и программных ошибок), так как на их основе формируются расчетные счета, оценивается эффективность работы предприятия, а сбои подобного рода могут привести к ошибочным прогнозам и выводам.

Восстановление данных необходимо начинать с проверки массивов данных на наличие нетипичных выбросов значений. Для выявления случайных значений ряда целесообразно использовать критерий Ирвина [1]. Далее необходимо определиться с требуемыми результатами, а также методами и способами их достижения.

© Волошко А. В., Лутчин Т. Н., Бедрак Я. С., 2013