

---

УДК.621.311.245

В.В. Шевченко, С.В. Дубяга

*Национальный технический университет «ХПИ», Харьков*

## **РОЛЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В РЕШЕНИИ ВОПРОСА РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМ УКРАИНЫ**

*Современная энергетика требует немедленной модернизации. Износ электрооборудования тепловых электростанций, проблемы утилизации отработанного ядерного топлива атомных электростанций, ограниченность запасов ископаемого топлива, низкая энергоэффективность возобновляемых источников энергии, пиковый характер нагрузок в энергосистемах и необходимость регулировать выработку электроэнергии в электрические сети, особенно во время провалов энергопотребления, требует вести работы по созданию энергетических комплексов.*

**Ключевые слова:** энергетика, энергетический комплекс, надежность, возобновляемые источники энергии.

### **Введение**

**Постановка проблемы.** Современная энергетика требует немедленной модернизации. Но что является

перспективным, какие направления должны иметь приоритет в развитии? Ограниченность запасов ископаемого топлива всех видов, износ электрооборудования тепловых электростанций и пробле-

мы обеззараживания зольных отвалов, проблемы обеспечения полной надежности и исключение влияния природных катаклизмов, сложности утилизации отработанного ядерного топлива для атомных электростанций, низкая энергоэффективность возобновляемых источников энергии, пиковый характер нагрузок в энергосистемах и необходимость регулировать объем и параметры вырабатываемой электроэнергии в электрических сетях, особенно во время провалов энергопотребления, требует вести непрерывную работу по оценке реальных направлений развития электроэнергетики. Решение проблемы надо искать, как с учетом особенностей каждого отдельного государства, так и с учетом развития мировой системы [1].

Но есть направления, которые являются единственными для любой страны – во-первых, это обязательное решение вопросов энергосбережения при выборе любого технического решения и, во-вторых, нельзя заниматься вопросами совершенствования отдельных элементов, которые формируют энергосистему, необходимо вести работы по созданию энергетических комплексов.

**Целью настоящей работы** является оценка существующей структуры энергосистемы Украины и установление наиболее эффективных направлений развития электроэнергетических комплексов Украины, отдельных составляющих и секторов его развития, перспективных сочетаний блоков различных энергокомплексов, установление их роли и возможных объемов вклада в единую систему.

Мы рассматриваем не просто энергетические (чаще – топливно - энергетические) комплексы, а сочетание энергогенерирующих источников для оптимального производства электроэнергии. Выбор и определение приоритета какого-нибудь отдельного направления, на наш взгляд, для Украины сегодня является бесперспективным. Необходимо, понимая возможности, положительные и отрицательные аспекты каждого направления, определить те, которые могут представлять практический интерес для будущего развития электроэнергетики, и определить источники, возможные для совместного использования.

## Изложение основного материала

Невосполнимость и неравномерность распределения ископаемых энергоносителей по земному шару с каждым годом все больше беспокоит человечество и ставит вопрос о немедленном выявлении и практической разработке новых источников энергии для решения энергетических проблем, например:

- использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ);
- создание комплексов сверхпроводникового электроэнергетического электрооборудования на базе высокотемпературных сверхпроводников;
- возвращение к идее увеличения единичной мощности турбогенераторов для атомных электро-

станций (АЭС) до 1200 ÷ 1500 МВт, что является иллюстрацией к правилу, что «все новое – это хорошо забытое старое».

По оценкам Международного энергетического агентства (МЭА) первичные энергоносители, или, как принято их называть, классические источники получения энергии, составляют сегодня основу электроэнергетики практически всех промышленно развитых стран. По данным МЭА, в настоящее время тепловые электростанции работают: на нефти – 38 %, на природном газе – 20 %, на угле – 27 %, что составляет 85 % от общей выработки электроэнергии, [1,2]. Остальные 15 % выработки приходится на АЭС и на электростанции, работающие от ВИЭ. Повышению интереса к ВИЭ способствовало также подорожание с 70-х годов 20 века классических энергоносителей (особенно нефти), что, в свою очередь, вызвало сокращение использования минеральных топливных ресурсов для выработки электроэнергии. Именно объем добычи и стоимость энергоносителей в значительной мере определяют тенденцию развития энергетики мира. Кроме того, тепловая и атомная энергетика вызывают нарушения в окружающей природной среде: увеличение масштабов производства электроэнергии на базе органического топлива может привести к глобальным экологическим последствиям для всей планеты, [2]. Ученые отмечают, что средняя температура Земли в 2012 году повысилась на один градус по сравнению со средними значениями температуры планеты предыдущих лет. И ожидается, что эта тенденция сохранится. Т.е. следует ожидать усиления таяния ледников, учащения землетрясений, цунами, смерчей, случаев засухи и наводнений. Основная причина – техногенная и решение вопроса развития энергетики должна решаться, в первую очередь, с учетом влияния производства на экологическую безопасность.

Часть европейских государств, с низким энергопотреблением, могут ограничиться получением электроэнергии от ВИЭ: Дания и Голландия практически полностью решают вопрос получения электроэнергии от ветроэлектростанций, в Великобритании 50 % жилищно-бытового сектора обеспечивается от солнечных батарей и ветроустановок, в Германии проблема энергопотребления решается за счет импорта электроэнергии с территорий других государств. Но Украина – энергонагруженная страна. Несмотря на резкий спад промышленного производства, потребление электроэнергии непрерывно растет, и вопрос энергетического обеспечения постоянно требует решения. Основой энергообеспечения Украины является атомная (52 %) и тепловая энергетика (около 40-42 %). Общая мощность 15 установленных

енергоблоков на 4 АЭС Украины составляет 11800 МВт, [1]. Из-за неполного материального обеспечения ядерного энергетического комплекса Украины на АЭС практически не ведутся серьезные ремонтные работы, нет окончательного решения по созданию баз для хранения ядерных отходов после окончания срока работы тепловыделяющих элементов. В ближайшее время в Украине может стать вопрос о достаточной степени безопасности АЭС, о технической возможности их эксплуатации. По инженерно - экономическим оценкам, [2], модернизация одного энергоблока АЭС оценивается в 130 млн. долларов.

Аналогично специалисты оценивают и состояние теплоэнергетики (ТЭС, ТЭЦ). На 104 энергетических блоках ТЭС Украины, работающих на угле, 96 % оборудования (а по некоторым оценкам, все 100 %) отработало проектный ресурс, а 73 % - превысили граничный ресурс эксплуатации. КПД станций снизился до 30–35 %. ТЭС Украины не рассчитаны на работу при сжигании высокозольных низкокалорийных углей, что добываются сегодня в Украине, поэтому приходится приобретать импортный уголь. Необходимый уголь есть в некоторых шахтах Донбасса, но многие шахты закрыты, а другие находятся в аварийном состоянии, что также не способствует увеличению добычи угля и обеспечения им ТЭС. Кроме того, на украинских ТЭС отсутствуют газоочистные сооружения, что приводит к значительному выбросу в атмосферу оксидов азота, двуокиси серы и т.д. Т.е. и тепловая энергетика находится в состоянии, близком к технической катастрофе.

Указанные проблемы имеют общемировое значение. Поиск новых источников энергии, выработка предложений по более рентабельному использованию существующих источников становится первоочередной. Но при всех проблемах ядерной энергетики, будущность энергетики многих стран, включая Украину, неразрывно связана с ее развитием. В сентябре 2011 г. президент Украины В.Ф. Янукович на заседании по вопросам ядерной безопасности (66 Сессия ООН, Нью-Йорк, США) начал свое выступление с того, что сообщил о присоединении Украины к инициативе проведения стресс-тестов на АЭС (проверка на надежность в экстремальных условиях). Президент призвал создать в Украине международный центр по исследованию рисков использования ядерной энергии, учитывая, что в стране есть опыт ликвидации последствий аварий на пострадавших территориях, а также к совершенствованию механизмов обмена информацией и повышению стандартов безопасности Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), [4].

Безопасность атомной энергетики вновь оказалась в центре внимания мирового сообщества после того, как в результате разрушительного землетрясения в Японии 11.03.2011 г. и последовавшего за ним цунами, на АЭС "Фукусима-1" была зафиксирована серия ава-

рий, вызванных выходом из строя системы охлаждения. На станции был выявлен ряд утечек радиоактивных веществ, что заставило власти эвакуировать людей из окрестностей станции. В ряде районов Японии обнаружили радиоактивные элементы, в частности, изотопы йода и цезия, в воздухе, морской и питьевой воде, в продуктах. На эту ситуацию последовала следующая реакция:

1) Генсек ООН Пан Ги Муна отметил: «Укрепление ядерной безопасности требует также усиления возможностей соответствующих организаций и МАГАТЭ призвано сыграть в этом центральную роль. Также необходима организация защиты ядерных объектов от возможных «преднамеренных» атак».

2) Глава МАГАТЭ Юкия Аmano отмечает, что управляемые ими компании должны срочно повысить надежность ядерных объектов, что МАГАТЭ будет играть руководящую роль в усилении контроля по выполнению стандартов безопасности АЭС по всему миру и что компании, эксплуатирующие ядерные объекты, должны провести стресс-тесты с имитацией серьезных природных катаклизмов.

3) Япония намерена добиться самого высокого в мире уровня надежности АЭС с учетом последствий аварии в Фукусиме, заявил японский премьер-министр Ёсихико Нода. Сделаны «первые шаги»: помимо принятых после аварии экстренных мер, в Японии уже работает план, по которому национальное управление по атомной энергетике выведено из подчинения министерства экономики, торговли и промышленности, для исключения коммерциализации отрасли и обеспечения централизованного контроля ее безопасности.

4) Во Франции на 58 блоках АЭС вырабатывается около 80 % энергии, получаемой в стране. Поэтому вопросы безопасности требуют особого внимания. Французская энергетическая компания EDF, которая эксплуатирует французские АЭС, летом 2011 г. провела стресс-тесты на атомных электростанциях и по результатам удостоверилась в их надежности. В сентябре 2011 г. на интернет-сайте Управления по ядерной безопасности Франции были опубликованы доклады об уровне безопасности 80 французских ядерных объектов после проверок, которые были проведены после аварии на японской АЭС "Фукусима-1", на предприятиях EDF, ядерной корпорации Areva и других компаний.

5) Между тем, после аварии на "Фукусиме", Германия и Швейцария готовятся закрыть свои АЭС, несколько других стран отказываются от строительства новых реакторов, но стараются растянуть срок службы уже существующих.

6) В то же время Россия решила продлить до 45 лет срок службы 11 атомных реакторов типа 4-

го энергоблока Чернобыльской АЭС. Ранее предполагалось, что эксплуатацию таких реакторов следует прекращать через 30 лет. Но сегодня 4 из 11 реакторов советской модели РБМК находятся менее чем в 50 км от Петербурга, еще 3 - около Смоленска, остальные 4 - в окрестностях Курска и продолжают эксплуатироваться, так как не только производят электроэнергию, но и обеспечивают паровое отопление в Санкт-Петербурге, Курске и Смоленске. В разных странах установлены разные нормы продления срока эксплуатации АЭС. Например, в США продлен срок эксплуатации двух третей установленных реакторов, первоначально составивший 40 лет, еще на 20 лет.

Для повышения надежности АЭС Украины необходимо внедрять современные программы диагностики, реабилитации и реконструкции действующего электрооборудования (ЭО) с целью продления его срока службы на основании проведения исследований состояния и определения соответствия требованиям мировых стандартов. В частности, необходимо создание программы оценки состояния ЭО, которое уже выработало или находится на грани полной выработки своего производственного ресурса. Существующая в настоящее время политика ремонта отказавших элементов – система плано-предупредительных ремонтов (ППР), - давно устарела и не может быть использована в дальнейшем, [5]. Необходимо внедрение современных методов оценки и обеспечения надежности технических систем, перспективная оценка с помощью математизации анализа безопасности на основе теории вероятности, в том числе вероятностного анализа безопасности (ВАБ), в которую входят:

- анализ аварийных последовательностей и разработка "деревьев" событий;
- анализ системы и разработка "деревьев" отказов;
- формирование базы данных;
- оценка надежности систем с учетом отказов по общей причине;
- разработка интегральной модели риска энергоблока и т.п.
- анализ ошибок персонала;

В сообществе технологически развитых стран действуют Международные стандарты *ISO 9000*, которые направлены на построение системы качества, где может быть описана деятельность, связанная с проектированием, разработкой, производством и эксплуатацией объектов. Качество техники определяет ее надежность и безопасность. Но безопасность любого объекта, прежде всего, определяется «человеческим фактором». «Человеческий фактор» важен на всех этапах создания АЭС с точки зрения обеспечения безопасности: при проектировании, изготовлении, испытаниях, - но наиболее его влияние проявляется на этапе эксплуатации, [8].

Во-первых, если допущена ошибка конструктором, то на последующих стадиях (на стадии ОКР,

технологических проработок, изготовления и испытаний) эти ошибки устраняются. Но если ошибка проявилась на этапе эксплуатации, то человек остается один на один с проблемой, к которой добавляются проблемы «старения» оборудования. Невозможно устранить при эксплуатации ошибки технолога, неправильно выбранные материалы, ошибки в расчетах, которые проявятся в процессе эксплуатации. Вторая проблема экономическая. При эксплуатации оборудования желательно иметь высокие экономические показатели, например, коэффициент использования установленной мощности, сокращение ремонтных материалов, т.е. желательно увеличивать сроки между ППР, может быть даже в ущерб безопасности. Третья причина заключается в том, что основной обслуживающий персонал – мужчины, у которых ради экономической выгоды может быть снижено чувство самосохранения, развитие своеобразной «смелости», потеря границы допустимого риска, что может привести к авариям.

Согласно современным представлениям, в формировании ментальности человека, т.е. в формировании умения грамотно оценивать ситуацию на всех этапах обслуживания оборудования АЭС, основную роль играют сформировавшиеся у персонала приоритеты. Для грамотной оценки проблемной ситуации, осознания связей между происходящими событиями необходимо учитывать информационные способности человеческого мозга, которые не безграничны. Т.о. считать, что на этапе эксплуатации, обслуживания систем и оборудования АЭС понимание персоналом требований безопасности и отсутствия риска преждевременно. Персонал должен ясно представлять себе пределы своих допустимых действий, [7].

Развитие классической тепловой энергетики может идти только в направлении восстановительной замены электрооборудования, которое отработало срок эксплуатации и имеет износ, не решаемый ремонтами, а требующий замены. Такое решение определяется экономическим состоянием государства, а, точнее, мировым экономическим кризисом. Экология окружающей среды в угольной энергетике Украины будет обеспечиваться только по мере выполнения экологических требований европейского уровня. Требуется очистка угля до сжигания, газоочистка после сжигания, полная утилизация минеральных компонентов из газов и отходов углеобогащения. Основным инвестором технологий, снижающих вредные выбросы ТЭС, должен стать энергорынок. И даже при выполнении всех этих требований проблемы классических ТЭС неразрешимы, т.к. использование органического топлива имеет конечный предел, выбросы в атмосферу идут

ежеминутно, проблемы зольных отвалов также не имеют окончательного решения.

В Украине четко выражены часы пикового потребления электроэнергии, поэтому, кроме проблем с базовыми мощностями, стоит вопрос о нехватке маневренных мощностей. Создание гидроаккумулирующих и парогазовых электростанций позволяет, в некоторой степени, покрывать пиковые нагрузки, т.е. их следует оценивать, как источники маневренных мощностей для покрытия пиковых нагрузок. Гидроэнергетика Украины из-за малого количества полноводных рек выполняет скорее вспомогательную функцию. А нарушение экологии, с учетом затопления земель, не менее значительно, чем отчуждение территорий под АЭС. Но при этом энергии вырабатывается на порядок меньше.

Принято считать, что в будущем на длительный период надо будет перейти к мало- или безуглеродным источникам энергии, что положительно повлияет на состояние климата. Возобновляемые источники энергии свободны от выбросов углерода и более долговечны, чем источники ископаемого или ядерного топлива, однако технологий их находятся в состоянии развития и имеют низкую удельную плотность. К положительным факторам следует отнести признание перспективности ВИЭ профессионалами, политиками и публикой. Ветроэнергетика, [1,2], не может заменить классические электростанции. Но отсутствие развитых линий электропередач, достаточно большие расстояния делают целесообразным обеспечивать электроэнергией удаленных единичных потребителей не от централизованной системы электроснабжения Украины, а от автономных источников энергии: дизельных, солнечно- и ветроустановок. Однако и здесь предпочтение следует отдавать использованию ВИЭ, т.е. солнечной и ветровой, т.к. они не нуждаются в топливе. Кроме того, первоочередной задачей следует считать экономическую рентабельность, что опять-таки позволяет говорить о перспективности ветроэнергетики.

В настоящее время доля ветровых и солнечных электростанций в мировой выработке электроэнергии составляет около 3 %, [2]. По некоторым оптимистичным оценкам, к середине будущего века ВЭС, возможно, будут обеспечивать 10 % потребления электроэнергии в мире [1,2], рис. 1. Но это решает вопрос энергоснабжения для стран без энергоемких производств и довольствующихся импортируемой электроэнергией.

Малая ветроэнергетика не требует больших территорий. Локальные ветроэнергетические установки (ВЭУ) могут быть установлены практически везде, где среднегодовая скорость ветра не менее 4-5 м/с, а для тихоходных многолопастных ВЭУ - не менее 3 м/с. ВЭУ мощностью 250 - 400 кВт создаются, как унифицированные агрегаты для работы параллельно с энергосистемой. ВЭУ мощностью 100 кВт предназна-

чены для электро- и теплоснабжения потребителей, удаленных от центральных электросетей и находящихся в зонах с благоприятными ветровыми нагрузками.

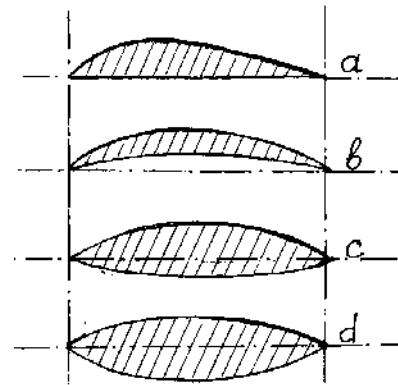


Рис. 1. Различные формы видов сечений крыла:  
a, b и c - несимметричная секция крыла;  
d - симметричная секция крыла

Единичная мощность ВЭУ, работающих совместно с сетью, растет, основной ввод по мощности относится к установкам 250 – 500 кВт, считается целесообразным переходить к установкам мегаваттного класса. Исследуются новые установки мощностью 1,5 – 3,0 МВт. Преобладают установки с горизонтальным валом турбины. Установки наибольших мощностей, обычно, работают в режимах с переменной частотой вращения. В мировой практике установлено, что целесообразно рассмотреть ВЭУ, размещаемых в море вблизи от берега, на отмелях.

Значительное воздействие на работу ВЭУ оказывает форма и материал лопастей турбины (рис. 1, 2). Каждый профиль крыла имеет определенный угол атаки, при котором коэффициент, равный отношению подъемной силы к силе тяги, ( $C_L / C_D$ ), будет максимальным. Этот угол атаки определяет значение максимальной силы и является, поэтому, самым эффективным критерием настройки поворота лопастей ветротурбины.

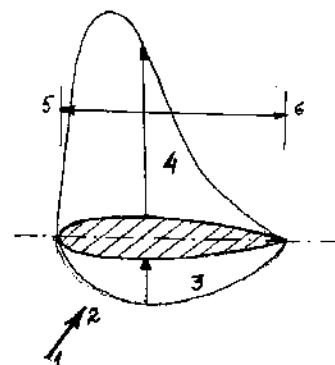


Рис. 2. Зоны низкого (3) и высокого давления (4) вокруг секции крыла в воздушном потоке (1-2).  
Зона (5-6) – зона действия подъемной силы

Коэффициент тяговой силы крыла  $C_D$  может быть рассчитан:

$$C_D = \frac{D}{0,5 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A_b},$$

где  $D$  - тяговая сила, в Н;  $\rho$  - плотность воздуха, в кг/м<sup>3</sup>;  $V$  - скорость воздушного потока, обтекающего крыло, м/с;  $A_b$  - площадь сечения (произведение длины зоны сечения на ширину), м<sup>2</sup>.

Коэффициент подъемной силы крыла  $C_L$  может быть рассчитан

$$C_L = \frac{L}{0,5 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A_b},$$

где  $L$  - подъемная сила крыла, в Н.

На рис. 3 приведены типичные значения коэффициентов тяги и подъема для различных значений сечений крыла. Величина подъемной силы и силы тяги пропорциональны величине вырабатываемой электроэнергии. Максимально возможное значение мощности, которую реально можно получить от ветроустановки, по сравнению с теоретически возможным значением, определяется соотношением 16/27 (59,3 %).

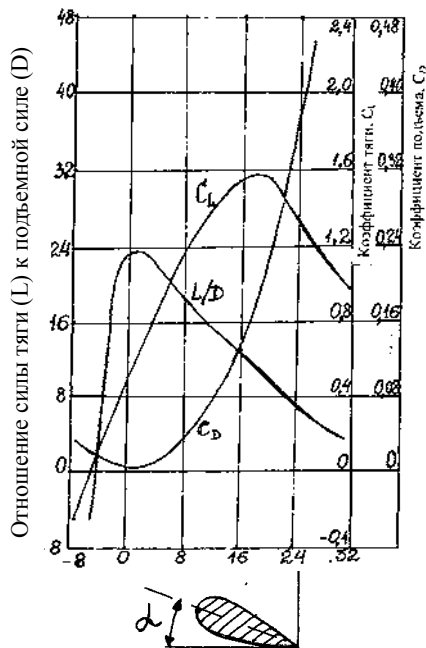


Рис. 3. Угол атаки ветра на плоскость крыла,  $\alpha$

Это происходит в случае, если скорость ветра на свободном пространстве («свободная скорость») уменьшается в три раза, т.е. когда интерференционный показатель  $\alpha = 1/3$ . Значение 59,3 % часто называют пределом Бетца в теории ветротурбин и с вертикальной, и с горизонтальными осями, [5].

Солнечное излучение может быть превращено в полезную энергию непосредственно, собранное в солнечных накопителях, оно может обеспечить горячее водоснабжение и/или обогрев помещений. Здания могут также проектироваться с «пассивными соляриями», которые смогут обеспечить обогрев и освещение помеще-

ний за счет солнечного излучения. Солнечная энергия может также сконцентрироваться зеркалами, для получения высокой температуры для производства электричества. Такие солнечные тепло – электрические станции получения энергии уже нашли коммерческое применение в ряде стран.

Солнечное излучение также может быть превращено непосредственно в электричество за счет использования фотоэффекта – фотовольтаики, - в солнечных модулях, обычно устанавливаемых на крышах или фасадах зданий. Электричество от фотоэффекта в настоящее время дорого, но цены уменьшаются, и быстро расширяется промышленное изготовление фотобатарей.

Мы считаем, что в 2020 году системы источников для получения энергии будут намного разнообразнее:

1) Основой системы электроснабжения все еще будет единая энергосеть, объединяющая в единую систему большие электростанции. Но среди них будут и электростанции, установленные вне побережья: волновые, приливные и ветростанции. Также будет вырабатывать электроэнергия от небольших ветростанций, установленных на берегу. Также следует предусмотреть резервные запасы электроэнергии для периодов, когда неустойчивые погодные условия вынудят сократить или даже совсем прекратить получение энергии от этих источников.

2) Определенный вклад будет давать местная выработка электроэнергии, в частности, от небольших энергетических установок индивидуального или общественного пользования, в которых будет использоваться в качестве топлива выращенная в местном масштабе биомасса, горючие газы, получаемые от отходов, энергия ветра, волн, отливов и приливов. Они будут обеспечивать местное энергопотребление, и при этом продавать избыток произведенной мощности в единую энергосеть. Одновременно будет также вырабатываться тепло для местного использования.

3) Будет гораздо больше микро-генераторов, например, для теплоэнергоцентралей (ТЭЦ), где идет одновременная выработка тепла и электроэнергии, создание теплосберегающих зданий и источников фотовольтаики, в которых энергия солнечного излучения преобразуется непосредственно в электроэнергию. При избытке мощности энергия также может передаваться в единую энергосеть.

Исследования показывают необходимость расширения направлений использования возобновляемой энергии. Например, в Украине еще недостаточно используется солнечная энергетика, в то время, как было установлено, что при полном использовании всей энергии, которая попадает на Землю от Солнца, можно было бы получить энер-

гии в  $10^5$  раз больше, чем от ископаемого и ядерного топлива вместе. Солнечные фотоэлектрические ячейки являются системой, состоящей почти полностью от кремния, одного из наиболее распространенных элементов на Земле. Эта система не имеет движущихся элементов и поэтому может функционировать неограниченное время без износа. И получение от этих систем электроэнергии является, вероятно, самой безопасной формой из всех возможных форм на сегодня.

Для максимальной эффективности преобразования света в электроэнергию важно, чтобы поступающая энергия соответствовала ширине энергетической полосы материала, используемого для солнечной ячейки. Например, если большинство энергии в поступающем солнечном спектре находится в желто-зеленом диапазоне (передается фотонам с энергией около 1,5 эВ), то полупроводник с шириной энергетической полосы около 1,5 эВ будет наиболее эффективным. В общем, материалы полупроводника с ширины энергетической полосы от 1,0 до 1,5 эВ наиболее перспективны для использования солнечной ячейки. У кремния ширина энергетической полосы равна 1,1 эВ, [5].

Максимальная теоретическая эффективность преобразования, которая может быть достигнута в солнечной ячейке кремния за один переход, по расчетам составляет около 30%, если все излучение будет направлено для преобразования в «ловушку», которая сможет гарантировать практически полное поглощение фотонов. Однако, ячейки мульти - перехода проектировались так, чтобы при каждом переходе поглощалась вся, даже случайная часть солнечного спектра. Теоретически, такие ячейки должны иметь наивысшую возможную эффективность, достигающую 66% за бесконечно большого ряд переходов - однако пока еще достигнутая эффективность в ячейках с мульти - переходом на практике оказалась намного ниже. На практике, самая высокая эффективность, достигнутая в модулях монокристаллических кремниевых солнечных ячеек при одном переходе, что коммерчески целесообразно, достигает 17 %. Эффективность модулей солнечных ячеек обычно ниже, чем у ячеек, проходящих испытания в лаборатории, так как:

- трудно достичь такой же высокой эффективности в серийно выпущенных устройствах, как и в лабораторных ячейках, полученных при оптимальных условиях производства;

- лабораторные модули обычно не закрыты стеклом или крепежными капсулами;

- в модуле солнечных ячеек обычно есть неактивные области, как среди установленных ячеек, так и в зоне окружающей рамки модуля, которые недоступны для выработки электроэнергии;

- при передаче энергии от ячеек к диодам возникают дополнительные сопротивления, которые возникают в элементах защиты;

- эти потери возникают из-за того, что в модули соединяют солнечные ячейки, электрические характеристики которых слегка отличаются.

Кроме ветро- и солнечной энергетики имеются проекты по использованию энергии молний, магнитного поля Земли, использованию для выработки электричества сероводорода, находящегося в огромных количествах в, так называемой, сероводородной зоне Черного моря (от глубины 150 м (в среднем) и до самого дна). Но последние пока еще далеки от реализации в таких масштабах, как гелиоэнергетика, ветроэнергетика, биоэнергетика или энергия океана.

При оценке перспективности развития существующих или новых направлений выработки электроэнергии (энергетическое обследование) необходимо учитывать следующее:

- получение полных и объективных данных об объемах потребления энергетических ресурсов;

- определение показателей энергетической эффективности;

- определение потенциала энергосбережения;

- устранение имеющихся недостатков в области энергопотребления, внедрение энергосберегающих технологий;

- разработка эффективной программы по повышению энергетической эффективности и оценка стоимости ее реализации и сроков окупаемости.

Энергетическое обследование проводится в несколько этапов. Первый из них – это изучение объекта, его основной документации, производственно-технической структуры, специфики технологических процессов, особенностей топливно-энергетических систем. Второй этап – сбор информации о состоянии имеющегося энергетического оборудования, о конструктивных параметрах объекта. Также специалисты берут во внимание нормативы использования энергетических ресурсов, режимы работы технологических производств. Третий этап – обследование объекта с использованием специальных приборов, выявление эффективности использования энергетических ресурсов. На основе полученных результатов разрабатывается оптимальная программа энергосбережения, [6].

Продолжаются поиски новых источников энергии. Одним из новых направлений является создания энергетических установок, имеющих избыточный энергобаланс, в которых полученная энергия превышает энергию, затраченную первичным источником питания. Энергетические установки с избыточным энергобалансом смогут открыть доступ к огромной энергии вакуума. По расчетам Нобелевского лауреата Р. Фейнмана и

Дж. Уилера, энергетический потенциал вакуума настолько огромен, что «в вакууме, заключенном в объеме обыкновенной электрической лампочки, энергии такое большое количество, что ее хватило бы, чтобы вскипятить все океаны на Земле».

В новом «вакуумном» подходе исходят из того, что окружающее пространство - физический вакуум, является неотъемлемой частью системы энергопреобразования. При этом возможность получения вакуумной энергии находит естественное объяснение без отступления от физических законов. В настоящее время накоплено большое количество экспериментальных фактов, подтверждающих реальность получения уровней энергии, которые превышают энергию, затраченную первичным источником. Как правило, подобные явления проявляются в исследованиях, связанных с физическим вакуумом. Такие работы интенсивно проводятся в США, России, Германии, Японии, Швейцарии. Появление избыточной энергии на выходе генератора, превышающей потребление энергии от источника питания, или, как это иногда называют, появление энергии из «ничего», зафиксировано во многих экспериментах. Речь не идет о вечном двигателе, поскольку учет всех факторов, в том числе энергии вакуума, и корректные расчеты не выявляют нарушений законов термодинамики. В величину получаемой энергии вносит свой вклад вакуум, приводя к избыточному энергобалансу. Американский ученый Дж. Григгз (Картесвилль, штат Джорджия) изобрел устройство, названное «гидросонным насосом», которое предназначено для нагревания воды и получения пара. Эксперименты на модели гидросонного насоса выявили наличие большого количества избыточной тепловой энергии. Данному феномену автор изобретения пока не находит объяснения, однако многократные испытания, проводимые уже несколько лет, всегда выявляют наличие избыточной энергии. По сообщениям автора энергетический выигрыш достигает 168 %. Явление высвобождения избыточной энергии проявлялось стабильно при всех испытаниях. Экспериментально подтверждено появление избыточной энергии в исследованиях газоразрядных устройств, проведенных проф. А.В. Чернетским [8, 9]. Было выявлено появление избыточного энергобаланса, при котором полученная энергия в 1,5 – 2 раза превышала затраченную. Ученым зафиксирован новый физический эффект, который назван им плазменно-вакуумным эффектом.

Еще в 1959 году в Институте металлургии АН СССР были проведены серии экспериментов с использованием полупроводниковых термоэлементов, в которых наблюдалось появление избыточной энергии. Феномен избыточной энергии устойчиво проявлялся, как в режиме теплового насоса, так и тогда, когда осуществлялась полная изоляция термобатареи от окружающей среды. Количество тепла, выделяемое

на термобатарее, во многих опытах в 2,2 – 2,6 раза превышало потребляемую электроэнергию.

Японские ученые изобрели устройство для получения тепловой энергии в водной среде, которое названо «лазером голубой воды». В устройстве использованы явления холодного ядерного синтеза и новое физическое явление преобразования звуковых волн в свет, которое носит название сонолюминесценция. В водной среде создается синхронное акустическое поле и осуществляется концентрация ультрафиолетового света сферической линзой. Концентрация ультрафиолета осуществляется в области пространства, где происходит сонолюминесценция за счет воздействия акустических волн. Устройство планируется использовать как компактный генератор энергии для нагрева природной воды.

В работе Р.Ф. Авраменко и В.И. Николаевой приведены результаты исследований электрической цепи из последовательно соединенных элементов R, L, C, содержащей плазменный промежуток, в котором выявлено появление избыточной энергии. Появление избыточной энергии исследователи связывают с существованием у электрона энергетического уровня 3,73 кэВ и его вкладом в баланс энергии.

В устройстве, запатентованном С. Мейером (США), используется разложение воды с целью получения водорода и кислорода, которые затем сжигаются в особом реакторе, где на горючий газ производится воздействие электромагнитным полем. Благодаря использованию электронного воздействия, энергия сгорания кислорода и водорода значительно превосходит энергию, затраченную на их разложение. В генераторе выявлена избыточная энергия. Ведутся испытания такого конвертера на автомобиле. Проведенные испытания демонстрируют реальность практического использования такого способа получения избыточной энергии.

## Выводы

1. Оценка факторов, влияющих на надежность работы электрооборудования АЭС, должна вестись в системном контексте путем создания энергетических комплексов. Одним из определяющих элементов этой системы является учет и совершенствование «человеческого фактора». Большое значение в обеспечении работы персонала имеет существующая система его профессиональной подготовки. Согласно статистическим данным, аварийные остановки блоков АЭС в 30 % случаев происходят из-за ошибок персонала.

2. Реализация системного подхода к созданию энергетических комплексов проявляется в интеграции и четком взаимодействии материаль-



ных, финансовых и информационных потоков. Системные преобразования на предприятиях энергетической отрасли имеют свою специфику из-за особенностей производства энергии: требования синхронности процесса производства и потребления энергии, технической невозможности создания ее значительных запасов.

3. Направления, которые являются единственными для любого государства – это обязательное решение вопросов энергосбережения при выборе любого технического решения и то, что нельзя заниматься вопросами совершенствования отдельных элементов, которые формируют энергосистему, необходимо вести работы по созданию энергетических комплексов.

4. Развитие электроэнергетики должно идти путем создания энергетических комплексов, которые предполагают одновременное использование различных источников получения энергии.

5. К 2020 году системы источников для получения энергии будут намного разнообразнее: единая энергосеть, объединяющая в единую систему большие электростанции, но среди них будут и волновые, приливные и ветростанции. Определенный вклад будет давать местная выработка электроэнергии, в частности, от небольших энергетических установок индивидуального или общественного пользования. Широко будет использоваться микроэнергетика: мини- и микро-ГЭС, фотовольтаика, индивидуальные ветроэнергетические установки мощностью 1-5 кВт.

При этом следует предусмотреть резервные запасы электроэнергии для периодов, когда неустойчивые погодные условия вынудят сократить или даже совсем прекратить получение энергии от этих источников.

Исследования показывают необходимость расширения направлений использования возобновляемой энергии.

## Список литературы

1. Шевченко В.В. Проблемы и основные направления развития электроэнергетики в Украине / В.В. Шевченко // *Енергетика та електрифікація*. – 2007. – № 7(287). – С. 11 – 16.
2. Шевченко В.В. Энергосбережение в энергосистемах. Анализ, проблемы, перспективы / В.В. Шевченко // *Вісник КДПУ ім. М. Остроградського*. – 2009. – Вип. 3/2009 (56), частина 1. – С. 161 – 166.
3. Кузьмин В.В. Энергетика Украины в третьем тысячелетии – пути преодоления кризиса и задачи научных исследований / В.В. Кузьмин // *Региональный европейский форум WEC "Киев-2000", доклады*. – К., 2000. – С. 135 – 140.
4. Янукович В. За создание в Украине Международного центра по исследованию техногенных рисков / В. Янукович // *Itunes, Европа, Новости, Окружающая среда*. – 22.09.2011.
5. *Renewable Energy. Power for a Sustainable Future*. / Oxford University Press in Association with The Open University. – 2004. – 452 p. .
6. Шевченко В.В. Энергосбережение в энергосистемах / В.В. Шевченко, Л.Н. Омельченко // *Мир Техники и Технологий. Международный промышленный журнал*. – 2012. – № 5 (126). – С. 52 – 55.
7. Кузьмин В.В. Роль человеческого фактора в обеспечении надежности работы АЭС в Украине / В.В. Кузьмин, В.В. Шевченко // *Электрика (Россия, Москва)*. – 2012. – № 3. – С. 38 – 43.
8. Косинов Н.В. Феномен вакуума-3, или Что лежит в основе мира [Электронный ресурс] / Н.В. Косинов, В.И. Гарбарук, Д.В. Поляков. – Режим доступа: <http://biomagic.by.ru/vacum2.htm#b>.
9. Косинов Н.В. Энергия вакуума / Н.В. Косинов // *Энергия будущего века*. – 1998. – № 1. – С. 32 – 37.

Поступила в редколлегию 17.01.2013

**Рецензент:** канд. техн. наук, проф. И.Г. Шелепов, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков.

## РОЛЬ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ В РІШЕННІ ПИТАННЯ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОСИСТЕМ УКРАЇНИ

В.В. Шевченко, С.В. Дубяга

*Розглядається питання складання енергетичних комплексів із різних джерел енергії для роботи на одну енергосистему або при їх сумісному використанні. Сучасна енергетика вимагає негайної модернізації. Знос електроустаткування теплових електростанцій, проблеми утилізації відпрацьованого ядерного палива атомних електростанцій, обмеженість запасів викопного палива, низька енергоефективність поновлюваних джерел енергії, піковий характер навантажень в енергосистемах і необхідність регулювати вироблення електроенергії в електричній мережі, особливо під час провалів енергоспоживання, вимагає вести роботи із створення енергетичних комплексів.*

**Ключові слова:** енергетика, енергетичний комплекс, надійність, поновлювані джерела енергії.

## THE ROLE POWER COMPLEXES IN THE DECISION QUESTIONS DEVELOPMENT OF THE UKRAINE POWER SYSTEMS

V.V. Shevchenko, S.V. Dubyaga

*The questions creation of power complexes are decision from different energy sources for work on one power system or at their sharing. Modern energy requires immediate modernization. Wear of electrical equipment of thermal power-stations, problems of utilization of exhaust nuclear fuel of nuclear power plants, narrow-mindedness of fossil block fuels, low power efficiency of renewable energy sources, character of spades of loadings in grids and necessity to regulate making of electric power in electric networks, especially during the failures of energy consumption, requires to conduct work on creation of power complexes.*

**Keywords:** energy, power complex, reliability, renewable energy sources.