



ISSN 2073-7394

# СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, НАВІГАЦІЇ ТА ЗВ'ЯЗКУ



ВИПУСК 3(23)

Київ  
2012

УДК 621.313.320

В.В. Шевченко

Национальный технический университет «ХПИ», Харьков

## СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ УКРАИНЫ

*Рассматриваются вопросы возможных сценариев и циклов мирового развития энергетики и неизбежных при этом в данном направлении кризисов. Рассматривается взаимосвязь энергетических, экономических, социальных и политических факторов при выборе направления процесса развития мировой и отечественной энергетики. Делается вывод о наиболее перспективных сценариях развития Украины.*

**Ключевые слова:** сценарии развития энергетики, постиндустриальное развитие, индустриальное развитие, кризисы.

### Введение

**Постановка проблемы.** В настоящее время наблюдается тенденция изменения мировой структуры энергетического баланса в сторону повышения его эффективности, увеличения использования местных и возобновляемых источников энергии, повышения экологичности энергетической отрасли. При этом электротехническая отрасль должна предложить промышленности новые решения в области создания энергоэффективного оборудования.

Для оценки будущего энергетики необходимо учесть сложный комплекс факторов – направления и приоритеты ее развития с учетом развития промышленности, технологические, ресурсные и экологические возможности каждого конкретного государства, энергетические, политические, демографические и социокультурные проблемы, а также необходимость учета взаимного влияния всех факторов друг на друга. Необходимо также сочетать количественный и качественный анализ всех перечисленных параметров.

Основными целями исследования и управления системой энергетики и выбора сценария ее дальнейшего развития, независимо от времени и геополитического положения государства, являются следующие требования:

- 1) определение оптимальных темпов и пропорций развития всех компонентов энергосистемы;
- 2) своевременное внедрение элементов новой техники, которые могут обеспечить решение основных задач научно-технического прогресса, создание условий для современной разработки и освоения такой техники;
- 3) обеспечение наиболее эффективного использования основных материальных, энергетических и трудовых ресурсов.

**Цель статьи** – определить сценарии национального развития энергетики, выяснить, какие при таком выборе возникнут проблемы, и установить возможные направления решения этих проблем.

### Основной материал

Направления развития электроэнергетики носят явно выраженный национальный характер. Стоит вопрос: развивать тепловую энергетику на органическом топливе, отдать предпочтение атомной энергетике, вкладывать силы и средства в развитие экологически чистой электроэнергетики от возобновляемых источников... Аналогичные проблемы есть и в выборе направлений развития генерирующего оборудования: повышать единичную мощность генераторов, например, до 1500 МВт, или отдать предпочтение малым источникам энергии с целью их непосредственного приближения к потребителю, проводить техническую реконструкцию установленного на ТЭС изношенного электрооборудования с использованием приемов диагностики и последующей реабилитации... И такие вопросы возникают в каждом секторе, связанном с выработкой, распределением и потреблением электроэнергии. Единственное, что не вызывает вопроса – это необходимость внедрения энергоресурсосбережения.

Энергоресурсосбережение — одна из наиболее серьезных проблем для национального производителя. Сегодня на производство единицы ВВП в Украине в среднем расходуется почти в 3 раза больше энергоресурсов, чем в европейских странах. Особенно это касается энергоемких предприятий промышленного комплекса, [1÷ 3]. Инвестиции в энергоэффективность должны вести к сокращению расходов на энергию, росту конкурентоспособности, улучшению надежности снабжения и снижению воздействия на экологию. Несмотря на явные преимущества, программа энергоэффективности в промышленности внедряется достаточно трудно из-за существования многочисленных барьеров. Эксперты выделяют следующие препятствия для внедрения современного энергосберегающего оборудования, [2 ÷ 4]:

- 1) отсутствие механизмов финансирования для замены или ремонта (реабилитации) электрооборудования;

2) отсутствие механизмов подготовки кадров, способных не только эксплуатировать новую технику, но и вносить определенный вклад в ее создание и развитие;

3) отсутствие информации о принципах подбора энергоэффективного оборудования и о возможностях его сервисного обслуживания.

Внедрение энергоэффективных технологий на производстве может дать до 30% сокращения потерь, обеспечить резкое повышение экономичности отрасли, обеспечить снижение вредных выбросов и т.д. Но достижение ощутимого эффекта от политики энергосбережения возможно лишь при существенных структурных сдвигах в создании и использовании энергосберегающих технологий по всей цепочке «выработка – передача – потребление электроэнергии» во всех отраслях экономики и социальной сфере.

Необходимо пересмотреть энергетическую политику, делая упор на снижение удельного энергопотребления и на увеличение отчислений на охрану окружающей среды. Вопросы устойчивого и безопасного развития энергетики неразрывно связаны с общемировыми, глобальными проблемами, такими, как изменение климата, устойчивое или кризисное развитие экономики, обеспечение нормальной жизнедеятельности населения. Необходимо усиление политики энергосбережения, поскольку почти третья часть всех добываемых энергоресурсов в настоящее время не используется (теряется), что приводит не только к экономическому, но и к экологическому ущербу.

Иногда возникает вопрос - нужно ли прогнозировать длительное развитие энергетики, например, на 40-50 лет вперед, если непрерывно идет изменение энергетических, экономических, социальных и даже политических факторов, определяющих правила выработки и распределения электроэнергии. Например, цунами и землетрясение 11 марта 2011 г. в Японии (авария на блоках АЭС Фукусимы) привели к очередному пересмотру отношения к развитию атомной энергетики. От планируемых ранее к постройке в Китае 106 атомных блоков (разработка проектов) к маю 2012 в работе осталось только 26 и т.д. [1, 2].

Общими и во многом устойчивыми являются только два главных аспекта прогнозирования развития энергетики, которые определяют начальные условия прогнозирования – это неперемное сохранение спроса на долгосрочные устойчивые источники энергии и необходимость экологической безопасности при ее использовании.

В рамках базовой модели экономического развития возможны разные сценарии: неблагоприятный (пессимистический), благоприятный (умеренный), максимально благоприятный (оптимистичный), [4,

5]. Наиболее приемлемым для Украины, учитывая существующие неблагоприятные внутренние и внешние факторы, является, на наш взгляд, умеренный сценарий, но возможность его реализации требует глобальных структурных реформ. В долгосрочной перспективе развитие мировой и отечественной экономики и энергетики будет определяться сочетанием трех принципов – статического, циклического и динамического.

Согласно статическому принципу, в Украине до 2050 г. будет преобладать инерция экономического и энергетического развития. Циклический принцип устанавливает, что наряду с этим должна быть цикличность энергетического и экономического развития. Динамический принцип заставляет ожидать в перспективе, что произойдет острый комплексный кризис, который разрешится, скорее всего, полной сменой направлений и нормативов развития энергетики.

За последние 100 лет можно отметить три подобных кризиса: начала 1930-х, начала 1970-х и кризис конца 2000-х годов [4]. Кризис начала 1930-х гг. привел к ускоренной индустриализации и резкому росту спроса на электроэнергию для промышленности и на продукты переработки нефти. Кризис начала 70-х гг. был вызван переходом США и Западной Европы к постиндустриальному развитию (отказ от модели индустриального развития) и окончанием холодной войны. Признаком этого являлась активизация частного предпринимательства, либерализация мировой экономики, ускорение развития атомной энергетики, возрастание спроса на газ, как на основное топливо для энергетики и т.д.

Кризис конца 2000-х гг. был спровоцирован кризисом «компьютерной экономики» и спекулятивного мирового рынка бумажных активов (включая нефтяной рынок), активизацией угрозы глобального потепления. Вместе с тем, этот кризис потребовал провести оценку новых направлений развития энергетики.

Каждый кризис вызывал изменение динамики мировой энергетики, которая сходилась с устойчивой траектории экспоненциального роста, характерного для докризисных периодов. В ходе кризиса темпы роста мирового энергопотребления снижаются и могут даже стать отрицательными, но всегда после кризиса наблюдался устойчивый рост. При таком формировании во время и после каждого кризиса необходимо делать выбор между альтернативными сценариями развития энергетики:

- 1) продолжение прежней модели роста (верхний сценарий);
- 2) переход к новой модели роста;
- 3) переход к неэнергоемкой модели роста (нижний сценарий).

Обычно первый и третий сценарий трудно реа-



вать, поэтому доминирует второй, как наиболее промиссный. Т.е. после выхода из кризисного года рост мирового энергопотребления продолжится, но при этом темпы роста снижаются.

Анализ динамики развития энергетики с учетом существующей цикличности этого развития позволяет предположить к 2040-2050 г.г. следующий кризис мировой экономики и энергетики, связанный с исчерпанием потенциала традиционного индустриального развития и переходом к энергетике нового качественного, интеллектуальным, энергоинформационным уровнем. Прежде всего, можно ожидать, что произойдет отказ от топливной энергии. Судьбу атомной энергетики трудно прогнозировать. Если не будут найдены новые источники энергии промышленного уровня, то отказаться от выработки основной части электроэнергии на АЭС удастся. Для Украины, где свыше 50 % электроэнергии в настоящее время вырабатывается на АЭС, отказ от атомной энергетики вызывает вопрос.

После выхода из очередного кризиса каждому государству следует выбирать сценарии развития национальной энергетики из трех возможных вариантов:

- 1) инерционно-катастрофический;
- 2) стабилизационно-стагнационный;
- 3) инновационно-революционный.

Каждый сценарий имеет свой путь разрешения противоречий и, соответственно, свои масштабы мирового и регионального спроса на энергоносители, структуру спроса на конечные энергетические услуги производства первичных энергоресурсов. И для каждого сценария характерно наличие двух этапов: первый, сохраняющий определенную инерционность предыдущего сценария, и второй, на котором инерция исчерпывается, наступает период стагнации с признаками скрытого или явного энергетического кризиса, а затем энергетика переходит в качественно новое состояние. На последнем этапе идет максимальный подъем технико-экономического состояния национальной промышленности, внедрение достижений инновационных направлений в науке и технике, формируется новый ряд вопросов, которые на следующем этапе (цикле) определяют дальнейшее развитие.

В Украине, к сожалению, по технико-экономическим и социально-политическим параметрам наиболее часто используется инерционно-катастрофический сценарий, который предполагает сохранение современной траектории развития энергетики, несмотря на то, что по этим показателям эта модель достаточно неустойчива. Выбор этого сценария предполагает дальнейшее увеличение спроса на углеводородное топливо, что, как следствие, приведет к уничтожению его дешевых запасов, увеличение инвестиционных потребностей для освоения нетрадиционных энергоресурсов. Очевидно, что при этом энергетика станет сдерживать общее социально-

экономическое развитие государства, будет приостановлено экономическое развитие и необходимо будет отказаться от экологических ограничений.

Стабилизационно-стагнационный сценарий предполагает внесение исправлений в развитие энергетики на государственном уровне. Одно из основных требований этого направления – повсеместное, обязательное энергосбережение. Это позволит работать и находить средства для поддержания экологии, (например, решения проблемы изменения климата), обеспечит рост спроса на энергоносители, смягчит противоречия в развитии энергетики, но стабилизация состояния ограничит инвестиционно-инновационное развитие энергетики, станет замедлять не только индустриальное, но и постиндустриальное развитие. Т.е. этот сценарий также приведет к снижению темпов энергетического и экономического развития в долгосрочной перспективе и к постепенной потере устойчивости. В мировой энергетике этот сценарий имеет еще больше отрицательных черт, как например, он вызовет развитие и нарастание конфликта развитых и развивающихся стран по вопросу климатической политики.

Наиболее прогрессивный инновационно-революционный сценарий предполагает изменение современных направлений развития энергетики уже в 2010-2030 гг. за счет ее инновационного развития, как в секторе производства энергии, так и в секторе ее конечного потребления. Чтобы подтвердить это утверждение, рассмотрим вариант перехода на использование электромобилей. Последнее станет возможным, если будут созданы мощные и дешевые аккумуляторы электроэнергии, что, в свою очередь, вызовет рост спроса на электроэнергию и снижение спроса на нефть, т.е. приведет к сворачиванию нефтяного бизнеса. Одновременно возрастет актуальность поиска новых способов прямого получения электроэнергии. Значительную роль может сыграть создание реакторов на быстрых нейтронах и замкнутого ядерного топливного цикла, а также реакторов малой мощности. Актуальными станут и проблемы освоения электромагнитной энергии Земли, космоса и т.д. Если такое развитие станет возможным, уже к 2030 г. нефть перестанет быть черным золотом, эквивалентом энергетического и экономического богатства стран и основным энергетическим ресурсом развития. Рост спроса на электроэнергию потребует создания новых генерирующих мощностей (новых типов турбо- и гидрогенераторов), рост вклада в общую выработку электроэнергии от атомных электростанций, создание инновационного «электрического мира».

Ключевыми тенденциями развития мировой энергетики в инновационно-революционном сценарии будут высокая инвестиционная активность, развитие и внедрение новых технологий, увеличение

доли електроенергії в загальному об'ємі енергії і т.д. Інноваційне розвиток також передбачає:

- 1) розвиток малої енергетики, наближення джерел енергії до споживача;
- 2) створення інтелектуальних електроенергетических мереж (smart grids), інтеграцію енергетических і інформаційних мереж, розвиток управління енергопотреблением;
- 3) активне використання технологій енергозбереження, в тому числі в комунальному секторі;
- 4) створення технологій зберігання електроенергії в енергосистемах, створення потужних і дешевих акумуляторів електроенергії, створення технологій автономного і мобільного енергопостачання;
- 5) створення і поширення нових джерел енергії, поява технологій управління кліматом (геоінжиніринг).

Різниця в енергопотреблении при використанні різних сценаріїв оказується більш значущою, ніж просто кількісна оцінка потреби первинної енергії. Інерційно-катастрофічний і стабілізаційно-стагнаційний сценарій призводять до порушенню стійкості світового розвитку, хоча і з різною швидкістю. Інноваційно-революційний сценарій передбачає швидкий ріст ефективного енергопотребления (корисної роботи, виконаної за рахунок потреби енергії), завдяки переходу до більш кваліфікованим формам енергії. Тому необхідно перейти від кількісної до якісної оцінки енергопотребления з використанням інформаційно-енергетических систем. Також необхідно новий підхід до багатьох існуючих понять енергопостачання. Наприклад, варто оцінити можливість підвищення напруги в лініях електропередач, але слід розглянути питання зниження напруги. Обговоримо це пропозицію. В даний час електричні мережі України працюють навантаженими. Це визначається економічним станом національної промисловості: знос електрообладнання промислових підприємств і електростанцій не дозволяє експлуатувати їх за номінальної навантаження; багато підприємств закриті і для їх запуску потрібні значущі інвестиції. На зміну характеру навантаження впливає збільшення вкладу в загальну картину електропотребления побутових електроприймачів і загальне зміну характеру промислової навантаження. Це призводить до збільшенню струму в лініях, до необхідності установки додаткових систем компенсації реактивної енергії (реактивного струму). Але формування струму пропорційно  $cU^2$ , де  $c$  – струм ліній електропередач,  $U$  – напруга в лініях електропередач. Тому зниження напруги дозволить «розвантажити» мережі від реактивної енергії. Очікується майбутнє

покращення стану промисловості з використанням нових, енергозберігаючих технологій не дасть значущого збільшення навантаження на лінії електропередач, навіть якщо передбачити, що почнеться ріст в промисловості і сільському господарстві, т.е. відбудеться швидкий ріст енергопотребления, але обов'язково ефективного. Тому зниження напруги і в цьому випадку перспективно.

Якщо б сценарій не був розвиток електроенергетики, необхідно розвиток вітчизняної електротехнічної промисловості, яка дозволить здійснити перехід всіх галузей економіки і соціальної сфери на технології, забезпечуючі економію енергетических і матеріальних ресурсів. Україна за макроекономічними показателями є одним з найбідніших європейських держав з низькими доходами населення, що призводить до відсутності в державі соціального і економічного фундаменту для інноваційного шляху розвитку. В багатьох українських публікаціях йде неперервний розмова про необхідності зміни інерційного розвитку на інноваційний, але поки залишається на етапі прогнозування.

Кабінет міністрів України установив, що до 2015 року необхідно зменшити енергоємність внутрішнього валового продукту на 20%, а також забезпечити виробництво не менше 10 % енергії з відновлюваних джерел і альтернативних видів палива. Для досягнення таких цілей розроблена Державна цільова програма енергоефективності і розвитку виробництва енергоносієл з відновлюваних джерел.

Орієнтований обсяг фінансування Програми становить 250 млрд. гривень, в тому числі 30,1 млрд. – за рахунок державного бюджету, 15 млрд. – за рахунок місцевих бюджетів, 204,9 млрд. – за рахунок інших джерел. В 2010 г. на потреби енергоефективності було передбачено 14,3 млрд. гривень (4,3 млрд. – за рахунок державного бюджету, 1,8 млрд. – за рахунок місцевих бюджетів, 8 млрд. – за рахунок інших джерел) [6].

Програма також передбачає зменшення техногенного впливу на навколишнє середовище. Як очікується, впровадження Програми дозволить зменшити обсяг шкідливих викидів на 15 – 20%. Але навіть планове, повноцінне розвиток нетрадиційної енергетики і енергетики з відновлюваних джерел не вирішить питання енергозабезпечення країни.

Можливо виділити головні стратегічні напрямки проведення робіт з забезпечення енергоефективності промислового виробництва і виробництва електроенергії:

- 1) зниження технологіческих втрат електроенергії в системах електропередач і електропотребления;

2) снижение потерь из-за низких метрологических характеристик приборов учета электроэнергии, отсутствие метрологической поверки;

3) снижение расходов энергетических ресурсов при их использовании потребителями;

4) снижение материальных затрат на производство электроэнергии;

5) снижение вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера;

6) качественная и современная диагностика технического состояния энергетического оборудования, [3, 5];

7) повышение эффективности использования тепловой энергии, снижение затрат на электроэнергию и теплоснабжение в коммунальном хозяйстве и социального, административного и культурного назначения;

8) повышение надежности энергоснабжения и снижение эксплуатационных расходов на энергетическое оборудование;

9) комплектная поставка на промышленные предприятия и тепловые электростанции современного, энергосберегающего электротехнического оборудования;

10) проведение работ по внедрению в производство энергетической отрасли новых достижений науки и техники, современных технологий.

### Выводы

1) Существуют значительные различия в возможных сценариях развития, как мировой, так и национальной энергетики;

2) выбор сценария развития национальной энергетики не должен зависеть от настоящих проблем технико-экономического и социально-политического характера. Необходимо выбирать инновационно-революционный сценарий, который обеспечит быстрый рост эффективной выработки и эффективного энергопотребления;

3) пока не сделаны реальные шаги к получению новых источников энергии, нет устойчивых систем

аккумулирования электроэнергии, создания систем ее хранения, следует развивать атомную энергетику, как наиболее энергоэффективную, с продолжением работ по обеспечению ее безопасности, и по решению вопроса утилизации (хранения) отработавшего ядерного топлива;

4) необходим переход от количественной к качественной оценке энергопотребления с использованием информационно-энергетических систем, новый подход ко многим устоявшимся понятиям энергоснабжения, поведение работ по внедрению нетрадиционной энергетики и энергетики от возобновляемых источников.

### Список литературы

1. Шевченко В.В. Ядерная энергетика Украины и экологическая безопасность: проблемы и перспективы / В.В. Шевченко, И.Я. Лизан, С.Н. Зиновьев // *Сучасні аспекти механізації та автоматизації енергоємних виробництв*. – Красноармійськ, 2011. – С. 288-296.

2. Шевченко В.В. Перспективная оценка совершенствования энергетической системы Украины / В.В. Шевченко // *Электрика (Россия, Москва)*. – 2012. – № 9. – С. 10-15.

3. Шевченко В.В. Системный подход к развитию энергетики Украины / В.В. Шевченко, С.Н. Лутай // *Вісник Кременчуцького НУ ім. М. Остроградського*. – 2012. – № 3(74). – С. 28-32.

4. Бушуев В.В. Кризисы будущего: перспективы мировой экономики и энергетики до 2050 года / В.В. Бушуев, А.М. Мастепанов // *Энергетическая политика*. – 2010. – № 4-5. – С. 13-19.

5. Шевченко В.В. Роль атомных электростанций в электроснабжении Украины и безопасность их эксплуатации / В.В. Бушуев // *Электрика (Москва, Россия)*. – 2012. – № 7. – С. 34-39.

6. Государственная целевая экономическая программа энергоэффективности на 2010-2015 годы. Постановление Кабинета Министров Украины № 243 от 1 марта 2010.

Поступила в редколлегию 3.07.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Ф. Боллох, Национальный технический университет «ХПИ», Харьков.

### СЦЕНАРІЇ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

В.В. Шевченко

*Розглядаються питання можливих сценаріїв і циклів світового розвитку енергетики і неминучих при цьому в даному напрямі криз. Розглядається взаємозв'язок енергетичних, економічних, соціальних і політичних чинників при виборі спрямування процесу розвитку світової і вітчизняної енергетики. Робиться висновок про найбільш перспективні сценарії розвитку України.*

*Ключові слова: сценарії розвитку енергетики, постіндустріальний розвиток, індустріальний розвиток, кризи.*

### SCENARIOS OF DEVELOPMENT OF ELECTROENERGY OF UKRAINE

V.V. Shevchenko

*The questions of possible scenarios and cycles of world development of energy are examined and inevitable here in this direction of crises. Intercommunication of power, economic, social and political factors is examined at the choice of direction of process of development of world and domestic energy. Drawn a conclusion about the most perspective scenarios of development of Ukraine.*

*Keywords: scenarios of development of energy, postindustrial development, industrial development, crises.*