

5. Уильям В. Риз [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://en.wikipedia.org/wiki/William_Rees_\(academic\)](http://en.wikipedia.org/wiki/William_Rees_(academic))

6. Что такое экологический след [Электронный ресурс]:/ WWF. – Режим доступа: <http://www.wwf.ru/resources/footprint/about>

УДК 621.316

ОСНОВЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В РАМКАХ БАЛАНСИРУЮЩЕГО ЭНЕРГОРЫНКА УКРАИНЫ

А. В. Каспирович, В. Н. Тимохин

Резюме: В ходе данного исследования проведена детализация взаимоотношений субъектов энергорынка Украины между собой, рассмотрены процессы балансирования и оптимизации активных мощностей энергосистемы и проанализированы ключевые аспекты функционирования технологической части электростанции, что в совокупности нашло свое отражение в диаграмме причинно-следственных связей по устойчивости работы энергосистемы.

Ключевые слова: энергосистема, генерация, устойчивость, балансирование, оптимизация.

Развитие конкурентных отношений в электроэнергетической отрасли Украины связано с внедрением новой организации системы электроэнергетики – рынка двусторонних договоров и балансирующего рынка (РДДБ). Внедрение новой модели позволяет расширить возможности всех субъектов рынка, что достигается повышением сложности организации рынка как системы и обеспечивает конкурентную основу их взаимодействия. В научной литературе последних лет активно рассматриваются аспекты функционирования энергорынка Украины [1-4], однако большинство работ носит обобщенный характер. Необходимым элементом исследования новой организации рынка электроэнергии является анализ сектора генерации электроэнергии в привязке к стабильности и устойчивости работы системы в целом.

Целью исследования является анализ процессов балансирования и оптимизации активных мощностей как основы устойчивости работы рынка.

Структура новой организации рынка обуславливает особенности его функционирования. Наиболее полно разнообразие структурных и организационных элементов системы представлено во взаимодействии производителя и дистрибьютора (рис. 1).

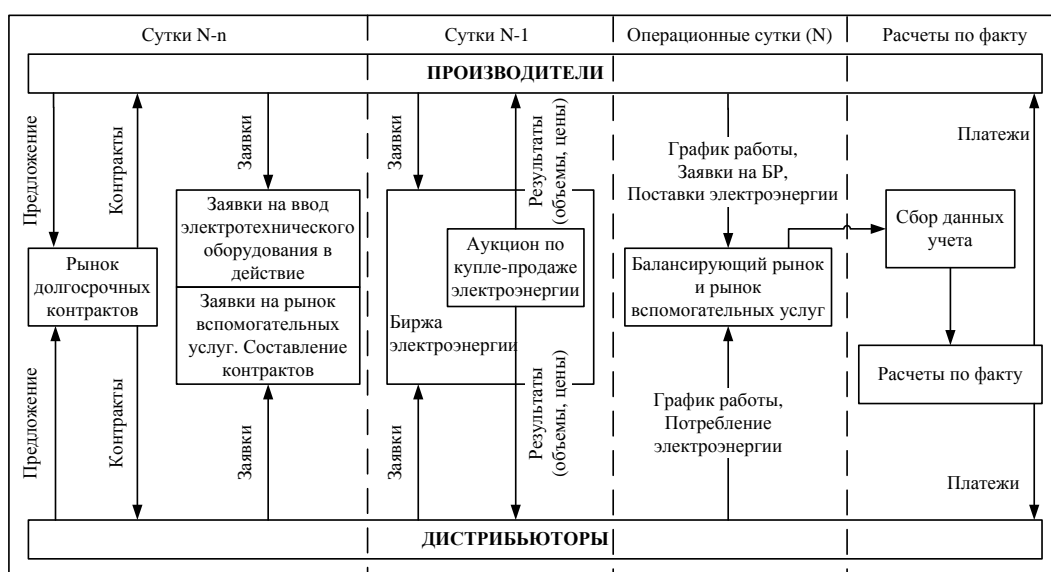


Рис. 1. Взаимодействие производителей и дистрибьюторов на рынке электроэнергии Украины

Таким образом, к основным сегментам рынка относят: рынок двусторонних договоров, биржа электрической энергии, балансирующий рынок и рынок вспомогательных услуг, а также сегмент, связанный с урегулированием баланса купли-продажи электроэнергии.

Купля-продажа электроэнергии на РДДБ Украины осуществляется в рамках объединенной электроэнергетической системы (ОЭС) и в условиях постоянного и непрерывного во времени балансирования генерации и потребления электроэнергии. В связи с этим повышается роль системного оператора (центрального диспетчера), который непосредственно управляет балансированием активных и реактивных мощностей системы.

Балансирующий рынок, как сегмент РДДБ, представляет собой наиболее технологически сложный механизм во всей системе. В рамках функционирования данного механизма осуществляется нивелирование отклонений фактического производства/потребления электроэнергии от планового в режиме реального времени. Кроме того сложной задачей является выбор производителей электроэнергии в режиме, приближенном к реальному времени, на основе их ценовых заявок с целью минимизации стоимости электроэнергии, необходимой для удовлетворения непокрытого спроса [3].

Основная цель балансирующего рынка – обеспечение баланса между прогнозированным спросом и потерями при транспортировке и объемами генерации электроэнергии. Оптимизация осуществляется, как правило, по активным мощностям. При этом баланс обязательно должен учитывать все договора, заключенные в рамках РДДБ: двусторонние договора, сделки на бирже, в сегмент вспомогательных услуг, сегменте международной торговли. Тогда основное соотношение в балансе мощностей на РДДБ можно записать таким образом:

$$\sum_{i=1}^a Q_{Pddi} - \sum_{i=1}^b Q_{Gddi} + \sum_{i=1}^c Q_{Pbi} - \sum_{i=1}^d Q_{Gbi} + \sum_{i=1}^e Q_{Poi} - \sum_{i=1}^f Q_{Goi} + \sum_{i=1}^g Q_{Ppi} - \sum_{i=1}^h Q_{Gpi} + \sum_{i=1}^j Q_{TPi} \rightarrow 0 \quad (1)$$

где $\sum_{i=1}^a Q_{Pddi}$ – потребление активной мощности по двусторонним договорам;

$\sum_{i=1}^b Q_{Gddi}$ – генерация активной мощности по двусторонним договорам;

$\sum_{i=1}^c Q_{Pbi}$ – потребление активной мощности (куплено на бирже);

$\sum_{i=1}^d Q_{Gbi}$ – генерация активной мощности (продано на бирже);

$\sum_{i=1}^e Q_{Poi}$ – обязательное потребление активной мощности;

$\sum_{i=1}^f Q_{Goi}$ – обязательная генерация активной мощности;

$\sum_{i=1}^g Q_{Ppi}$ – прогнозируемое потребление, неучтенное контрактами;

$\sum_{i=1}^h Q_{Gpi}$ – суммарная генерация, необходимая для покрытия прогнозируемого потребления;

$\sum_{i=1}^j Q_{TPi}$ – потери при транспортировке.

Под обязательным потреблением будем понимать поставки электроэнергии для потребителей, которые должны быть осуществлены при любых условиях, а обязательная генерация представляет собой объем электроэнергии, необходимый для технического функционирования электростанций.

Далее рассмотрим аспекты двух ключевых процессов на РДДБ: балансирование и оптимизация. Первые шесть переменных из (1) используются, в основном, для баланса, но для оптимизации они принимаются как константы и на исход не влияют. Если прогнозное потребление превышает объемы запланированной генерации, возникает необходимость балансировать мощности за счет дополнительной покупки электроэнергии ($P_{C\Sigma}$). Отбор осуществляется на основе минимизации цены (P_{Gpi}) за дополнительную генерацию. Кроме цены непосредственно за электроэнергию в процессе оптимизации учитываются затраты P_{Gmi} оператора БР на смену уровня генерации отдельных энергоблоков (доплата за смену мощности), при этом затраты на обеспечение маневренности и резерва энергоблоков не учитывают (сектор вспомогательных услуг). Тогда условия оптимизации баланса активных мощностей на рынке электроэнергии можно записать следующим образом:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n (Q_{Gpi} \times P_{Gpi} + P_{Gmi}) \rightarrow \min, \\ \sum_{i=1}^n Q_{Gpi} - P_{C\Sigma}, \end{cases} \quad (2)$$

Таким образом, задача оптимизации выбора производителей активных мощностей на балансирующем рынке в случае превышения прогнозируемого спроса над фактическим предложением будет характеризоваться критериями (1) и (2). Поставленная задача решается путем проведения одностороннего аукциона [3] для производителей на расчетный период в один час.

Основная проблема при решении поставленной задачи заключается в определении потерь активной мощности, фактические значения которых зависят от состава генерирующих мощностей (удаленность от узлов системы, уровень производства активной мощности), определяющихся на аукционе [4].

Рассмотрим подробнее генерирующие мощности в их взаимосвязи с энергосистемой. По состоянию энергетического баланса Украины на 2012 год более 60% всей электроэнергии в стране вырабатывается на тепловых электростанциях (ТЭС) и электроцентралях (ТЭЦ) [5], что является достаточным основанием для дальнейшего рассмотрения генерирующих мощностей на примере тепловой генерации.

Установленная мощность электростанции, равная суммарной мощности генераторов, предназначенных к установке, определяется:

$$P_{ust} = \sum_{i=1}^n P_{Gi}, \quad (3)$$

где $i = \overline{1, n}$ – номер генератора с мощностью P_{Gi} .

Нагрузка потребителей, присоединенных к шинам с напряжением U_j , составляет:

$$P_{Uj} = K_{CUj} \sum_{i=1}^m P_i \quad (4)$$

где $i = \overline{1, m}$ – номер потребителя мощности P_i .

K_{CUj} – коэффициент системы для потребителей на напряжении U_j .

Тогда суммарная мощность, отдаваемая внешним потребителям, составит:

$$\sum P = \sum_{j=1}^k P_{Uj} \quad (5)$$

Баланс активной мощности электростанции в нормальном режиме составляет резерв ее мощности:

$$\Delta P = P_{ust} - \sum P - P_{own} \quad (6)$$

где $P_{own} = 0,1P_{ust}$ – расход мощности на собственные нужды электростанции [6].

Важнейшим показателем для электростанции является аварийный резерв, который определяется при выходе из работы наиболее мощного генератора ($P_{G \max}$):

$$\Delta P_a = (P_{ust} - P_{G \max}) - \left[\sum P + 0,1(P_{ust} - P_{G \max}) + 0,04P_{G \max} \right], \quad (7)$$

Значение описанного показателя может характеризоваться разным знаком. Если оно положительно, то даже при отключении самого мощного генератора на станции существует избыток мощности, который и поступает в энергосистему. Если значение параметра отрицательно, то направление мощности в системе меняется, а дефицит покрывается за счет сил энергосистемы.

Итак, для эффективной работы электростанции необходимо правильно рассчитать соотношение мощностей главного генератора и установочной с предполагаемой мощностью потребления региона, обеспечиваемого данной станцией.

Суммарная мощность всех генераторов должна быть больше предполагаемого объема потребления, т.е. резерв мощности (6) должен быть положительным. Размер такого резерва представляет собой один из ключевых параметров надежности электростанции. Если мощность главного генератора выше данного резерва, то в аварийной ситуации имеет место соотношение

$$P_{ust} - P_{G \max} < \sum P + P_{own}, \quad (8)$$

при котором покрытие дефицита мощности осуществляется за счет повышения напряжения на других генераторах электростанции либо черпается из энергосистемы.

Если же мощность самого мощного генератора меньше имеющегося резерва, то при аварийной или ремонтной ситуации удастся избежать двойной трансформации электроэнергии, вырабатываемой другими генераторами электростанции, что существенно снижает нагрузку на основные фонды электростанции и уменьшает износ энергоблоков:

$$P_{ust} - P_{G \max} \geq \sum P + P_{own} \quad (9)$$

Таким образом, в нормальном режиме при работе всех генераторов имеется избыточная мощность в размере не менее мощности одного генератора. Она выдается через трансформаторы в сеть повышенного напряжения [6].

В итоге, можно сделать вывод, что на общую устойчивость энергосистемы влияют два фактора: технологический и экономический (рис. 2).

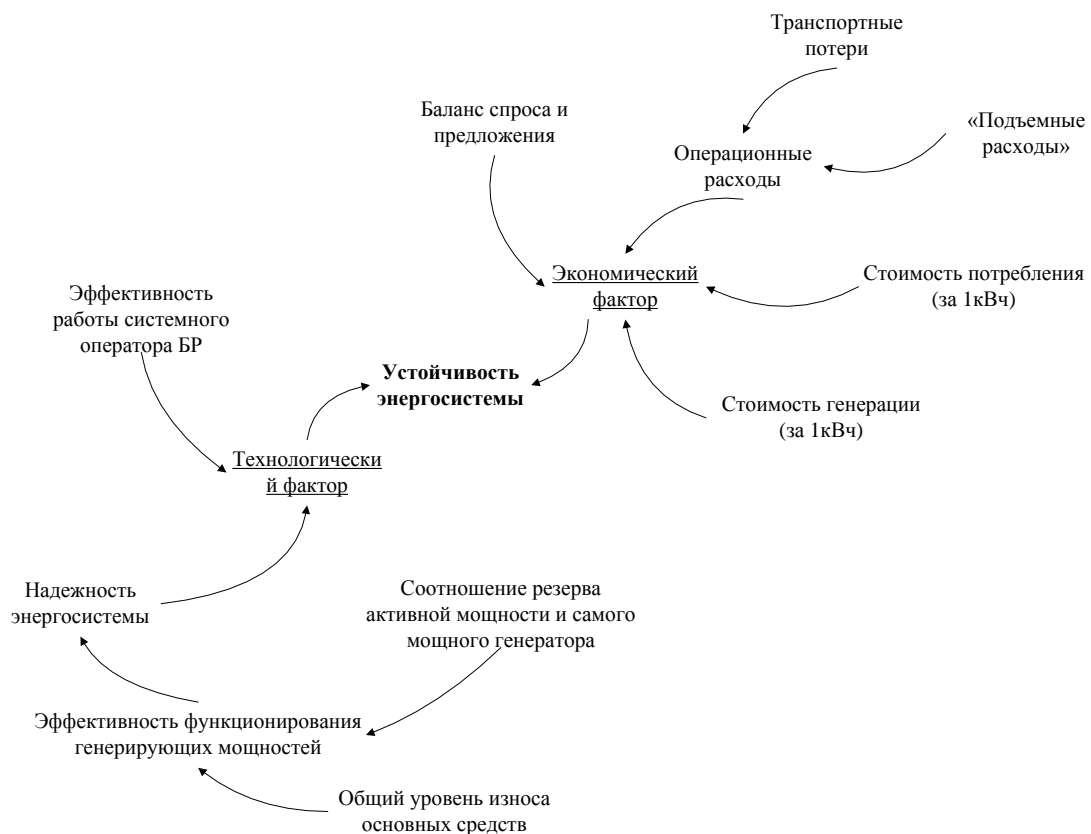


Рис. 2. Диаграмма причинно-следственных связей устойчивости энергосистемы

С технологической точки зрения выделяют такие параметры: эффективность работы системного оператора БР и надежность энергосистемы. Последний во многом определяется эффективностью функционирования генерирующих мощностей. Если брать во внимание тепловые электростанции, то на стабильность их работы влияет

соотношение резерва активной мощности и наиболее мощного генератора, а также общий уровень износа основных средств.

Если рассматривать экономическую цепочку, то необходимо выделить такие факторы, как соотношение прогнозного спроса и фактического предложения, стоимости генерирования и потребления электроэнергии, расходы на покрытие транспортных потерь и «подъемные» расходы, необходимые для изменения режима работы генерирующей системы.

Таким образом, балансирование активных мощностей энергосистемы и последующая оптимизация представляют собой основополагающие процессы на РДДБ, которые формируют ключевые аспекты работы рынка. Структура и эффективность функционирования сектора генерации во многом определяет устойчивость энергосистемы в целом. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение особенностей генерирующих мощностей Донецкого региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дергачева Е.А. Реформирование рынка электроэнергии в Украине: кому вершки, а кому корешки // О.А. Дергачева / Зеркало недели. – 2012. – № 22. – С. 27–32.
2. Дерзский В.В. Реформирование рынка в электроэнергетики Украины и ценообразования // В.В. Дерзский / Энергетический эксперт. – 2012. – № 3. – С.18–27
3. Блинов И.В. Имитационная модель расчета результатов аукциона по купле-продаже электрической энергии / И.В. Блинов, Е.В. Парус, В.И. Попович и др. / Электропанорама. – 2010. – №10. – С.54–56
4. Кириленко А.В. Балансирующий рынок электроэнергии Украины и его математическая модель / А.В. Кириленко, И.В. Блинов, Е.В. Парус / Институт электродинамики НАН Украины. Техническая электродинамика. – 2011. – №2. – С. 36–43.
5. Государственный комитет статистики Украины [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ukrstat.gov.ua/>
6. Коломиец Н.В. Электрическая часть электростанций и подстанций: учебное пособие / Н.В. Коломиец, Н.Р. Пономарчук, В.В Шестакова – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 143 с.

УДК 664.34

АНАЛИЗ РЫНКА ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА УКРАИНЫ

К. А. Кириченко, Е. Л. Андроник

Резюме. В данном исследовании рассмотрены показатели, которые влияют на развитие рынка подсолнечного масла Украины. Установлено, что Украина занимает первое место среди стран-лидеров экспортеров подсолнечного масла.

Ключевые слова: экспорт, компании, рынок, проблемы, перспективы.

Украина традиционно относится к странам – ведущим производителям растительного масла, странам – экспортерам растительного масла. Умеренно-континентальный климат степных регионов нашей страны создает отличные условия для выращивания подсолнечника (основного сырья для производства растительного масла). Суммарная площадь степной зоны — 245 тыс. кв. км, или 41% территории страны, и включает в себя Одесскую, Николаевскую, Херсонскую, Днепропетровскую, Запорожскую, Донецкую и Луганскую области и равнинную часть Крыма. Эти регионы отличаются теплым и сухим климатом, плодородными почвами. Такие климатические характеристики благоприятны для выращивания подсолнечника. Масложировая сфера в нашей стране почти всецело ориентирована на экспорт. Уникальность отрасли заключается в том, что на внутренний рынок идет всего 20% готового продукта, все