

И.В. МЕЙЛИН, студент гр. ЭПб-221 (КузГТУ)  
Научный руководитель И.В. ПАСКАРЬ, старший преподаватель  
(КузГТУ)  
г. Кемерово

## **АНАЛИЗ РАБОТЫ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В УСЛОВИЯХ ОПТОВОГО РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И МОЩНОСТИ**

Состояние вопроса. Настоящий доклад анализирует конкурентоспособность ключевых типов генерации – КЭС, ТЭЦ, ГЭС, ВЭС и СЭС – в рамках российского оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ). В фокусе исследования – способность электростанций адаптироваться к жёстким требованиям современного рынка, включая участие в ценозависимом потреблении, обеспечение маневренности и снижение эксплуатационных затрат.

Материалы и методы. В основе исследования лежит сравнительный анализ ключевых параметров работы электростанций. Оценивал маневренность, минимальную нагрузку, возможность участия в ценозависимом потреблении и стоимость маневрирования. Для наглядного сравнения все результаты сведены в таблицу.

Результаты. На оптовом рынке электроэнергии и мощности (ОРЭМ) именно гидроэлектростанции (ГЭС) оказываются в наиболее выгодном положении. Их ключевые преимущества – это манёвренность, низкая себестоимость производства и способность идеально подстраиваться под ценозависимое потребление. В то же время тепловая генерация (КЭС и ТЭЦ) сталкивается с серьёзными технологическими ограничениями. Что касается солнечных (СЭС) и ветровых (ВЭС) электростанций, то их эффективная работа на рынке невозможна без поддержки извне, например, без субсидий или специальных механизмов

Выводы. На современном энергорынке, где цены постоянно меняются, выигрывают те электростанции, которые умеют быстро и дёшево подстраивать график своей работы под текущую рыночную ситуацию. Именно правила оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ) становятся ключевым фактором. Они определяют, насколько рентабельным будет тот или иной вид генерации и какое место он займёт в общей энергосистеме.

Ключевые слова: ОРЭМ, электростанция, маневренность, ценозависимое потребление, ресурсная стоимость, КЭС, ТЭЦ, ГЭС, ВЭС, СЭС.

Введение

В Российской энергетике все строится вокруг правил ОРЭМ. Опто-

вый рынок электроэнергии и мощности (ОРЭМ) – это система, в которой экономика тесно связана с электротехникой. Здесь каждый киловатт-час – это товар, и его цена зависит от спроса и предложения. В данных условиях от электростанций требуется придерживаться и подстраиваться под колебания рынка: снижать генерацию в часы ее низкой стоимости, быстро менять режимы работы, а также наращивать генерацию во время пикового спроса. В пределах действия ОРЭМ, тот или иной тип электростанций показывает разную эффективность и имеет свои плюсы и минусы.

#### 1 Критерии для сравнения

Чтобы станции успешно функционировать на арене ОРЭМ, от нее требуется соответствовать следующим критериям:

- участие в ценозависимом потреблении (ЦЗП): способность станции снижать генерацию в периоды снижения цены и увеличение в период увеличения цены;
- маневренность: скорость станции изменять выходную мощность;
- ресурсная стоимость маневрирования: Затраты на износ и ремонт оборудования, а также дополнительные, которые связаны с частыми изменениями режимов работы;
- минимальная нагрузка: нагрузка, которая обеспечивает безопасную и стабильную работу электростанции.

#### 2 Сравнение по типам электростанций

##### 2.1 Тепловые электростанции

Конденсационные электростанции (КЭС) – производят только электрическую энергию. Данный вид тепловой электростанции имеет среднюю маневренность, так как скорость набора или сброса мощности составляет 2-5% от номинала минуту. Обладает высокой минимальной нагрузкой, которая в среднем составляет 40-50% от номинала, при снижении этого предела топливо сжигается неэффективно, а также увеличивается повышается износ. Ценозависимое потребление у КЭС страдает, потому что высокий минимум нагрузки не позволяет гибко снижать генерацию в моменты падения цен, так как мощность сбрасывается ниже минимума, а это приводит к полной остановке блока, что экономически очень затратно и невыгодно. Ресурсная стоимость очень высокая, ведь увеличивается расход топлива во время маневрирования, и каждый цикл «разогрева-остановки» сильно снижает ресурс турбины и котла.

Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) – электростанция, работающая на принципе когенерации. В отличие от КЭС маневренность у ТЭЦ низкая, так как режим работы зависит от тепловой нагрузки (ГВС, отопление), если стоит задача сбросить электрическую мощность, то предел сброса будет опираться на потребность в теплоте. Минимальная нагрузка может быть определена тепловым графиком, который выше, чем у КЭС. Ценозависимое потребление неосуществимо, потому что ключевым для ТЭЦ является

потребитель тепла. ТЭЦ, аналогично КЭС, имеет очень высокую ресурсную стоимость из-за тех же причин, но гораздо большие ограничения.

Сравнивая КЭС и ТЭЦ, видим, что КЭС показывает плохие показатели для конкурирования в условиях ОРЭМ. Что касается ТЭЦ, они не имеют возможность заработка на ценовых всплесках, так как их доход определяется тарифом на тепло, а генерация электроэнергии – продукт вторичный.

## 2.2 Гидроэлектростанции

Переходя к гидроэлектростанциям (ГЭС), хочется отметить, что они обладают самой высокой маневренностью от 0 до 100% практически мгновенно. Минимальная нагрузка достаточно низкая. ГЭС мгновенно реагирует на изменение цен, например, работать на полную мощность в пиковые часы. Сравнивая все виды электростанций, ресурсная стоимость ГЭС достаточно мала, так как износ гидроагрегатов при маневрировании мал. В условиях ОРЭМ, гидроэлектростанции показывают высокий, если не самый лучший результат, они адаптируются под разницу цен, тем самым максимизируют свою прибыль.

## 2.3 Ветровые и солнечные электростанции

Ветровые (ВЭС) и солнечные (СЭС) электростанции показывают неоднозначные результаты в рамках ОРЭМ, потому что зависят от внешних факторов (сезон, погода). Маневренность у данных электростанций отсутствует, если сравнивать с конкурентами, так как они могут сбросить мощность почти мгновенно, но нарастить нет. Аналогично дела обстоят и с ценозависимым потреблением они могут только снизить генерацию, а повысить, в плохих погодных условиях не могут. Таким образом ВЭС и СЭС не могут эффективно существовать в условиях рынка, они выживают за счет различных инвестиций компании или государства.

## 2.4 Сравнение параметров электростанций (таблица 1).

Таблица 1

Сравнение параметров электростанций

Параметр	Электростанция			
	КЭС	ТЭЦ	ГЭС	ВЭС,СЭС
Маневренность	Средняя	Низкая	Высокая	Отсутствует
Мин. нагрузка	Высокая	Очень высокая	Низкая или отсутствует	Отсутствует
Участие в ЦЗП	Затруднено	Невозможно	Идеально	Отсутствует / одностороннее
Ресурсная стоимость	Очень высокая	Очень высокая	Низкое	Нулевая
Зависимость	Топливо, спрос	Тепловая нагрузка	Уровень воды	Погода
Плюсы	Базовая нагрузка	Стабильный спрос	Гибкость, регуляция	Низкая себестоимость
Минусы	Высокий износ, низкая гибкость	Отсутствие гибкости	Лимиты на водность	Погодные условия

### 3 Анализ

Анализируя данные таблицы, можно ответить на вопрос: «Кому лучше живется?». ГЭС занимает лидирующую позицию в условиях ОРЭМ. Она сочетает в себе высокую маневренность, низкую стоимость этих маневров, а также участие в ЦЗП. Тем самым гидроэлектростанции получают выгоду на ценовой разнице, легко адаптируются под правила рынка и спроса. Что касается КЭС, они занимают последнее место, потому что имеют высокие затраты на топливо во время маневренности, высокие показатели ресурсной стоимости, тем самым их прибыль минимальна. ТЭС, ВЭС и СЭС расположились посередине из-за различных дополнительных доходов, которые улучшают их положение. ТЭС помогают тарифы на тепло, а ВЭС и СЭС различные государственные поддержки, которая помогает проекту окупиться.

### Заключение

Таким образом, в условиях постоянно меняющегося рынка, лучше показывает себя электростанция, которая легко адаптируется под различные условия, а также имеет минимальные затраты, которые появляются в период «погони» за выгодой.

### Список литературы:

1. Миловидов, Н.В., Воропай, Н.И., Соколов, В.А. Регулирование режимов энергосистем и рынок электроэнергии. – М.: Издательство МЭИ, 2008. – 352 с.
2. Орлов, В.К., Трубников, Ю.В. Эффективность работы тепловых электростанций в условиях оптового рынка электроэнергии и мощности // Энергетик. – 2015. – № 7. – С. 15–18.
3. Веников, В.А., Путятин, Е.В. Перспективы развития гидроэнергетики в современных рыночных условиях // Гидротехническое строительство. – 2012. – № 5. – С. 44–48.
4. Старшинов, Б.С., Ежов, Ю.А., Козлов, А.Н. Особенности эксплуатации ТЭЦ в условиях ОРЭМ // Теплоэнергетика. – 2010. – № 3. – С. 25–30.
5. Kundur, P. Power system stability and control. – New York: McGraw-Hill, 1994. – 1176 p.

### Информация об авторах:

Мейлин Иван Вадимович, студент гр. ЭПб-221, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д.28, ivan.meylin05@mail.ru

Паскарь Иван Николаевич, старший преподаватель, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, pin.egpp@kuzstu.ru