

НЕОБХОДИМОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ МЕТОДОЛОГИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ

Кулагин В.А., Грушевенко Д.А., Капустин Н.О.

*Институт энергетических исследований РАН, Россия, г. Москва, ул. Нагорная д.31 к.2
vakulagin@ineiran.ru*

Аннотация: Технологический прогресс в энергетике приводит к изменению закономерностей и условий функционирования и развития рынков. Всё это делает неактуальными часть из широко распространенных сегодня подходов прогнозирования. В результате появляется большая потребность в новых методиках, которые позволяют учитывать современные реалии рынков. В статье анализируются основные технологические и рыночные процессы, приводящие к потере актуальности используемых методик, и рассматриваются направления совершенствования инструментария прогнозирования, которые позволят повысить объективность и качество разрабатываемых прогнозов.

Ключевые слова: ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, ЭНЕРГЕТИКА, МОДЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС, ТЕХНОЛОГИИ.

Введение

К началу 21 века в мире сложилась относительно устойчивая картина энергообеспечения. Промышленно развитые страны использовали преимущественно ископаемые топлива, каждое из которых занимало свою вполне определённую нишу в секторах конечного потребления и на стадии переработки. Нашла своё место в энергобалансе и атомная энергетика, обеспечивая базовую нагрузку электросистем ряда стран. В беднейших странах продолжали доминировать наиболее доступные источники энергии, включая дрова. На этом фоне появление стандартизированной по многим странам мира статической информации, программного и аппаратного обеспечения, позволяющего обрабатывать большие массивы данных, дало возможность для создания комплексного оптимизационного инструментария прогнозирования развития энергетических рынков. Общие методологические подходы для этого уже были часто разработаны ранее и во многих случаях доказали свою актуальность и работоспособность при применении на локальных задачах [1]. Учитывая достаточно высокую замкнутость отдельных топливных рынков и прямые взаимосвязи с секторами потребления вполне логично было именно в этих рамках искать решения по рациональным вариантам энергоснабжения. Разумным было прогнозировать общее первичное энергопотребление исходя из экономико-демографических показателей, потом на этой основе определять спрос на отдельные источники энергии и динамику в секторах потребления и далее моделировать возможности поставок на каждом из топливных рынков.

Однако менее чем за 20 лет, прошедших с начала 21 века, ситуация на рынках кардинально изменилась. И эти процессы заставляют в корне пересматривать подходы к долгосрочному прогнозированию энергетики. В настоящей статье описываются ключевые изменения, происходящие в мировой энергетической системе, предложены методологические подходы, направленные на учет этих изменений в модельном инструментарии на примере комплекса прогнозирования мировой энергетики ИНЭИ РАН – SCANNER [2].

1 Ключевые изменения энергосистем и проблемы при прогнозировании

Выделим несколько ключевых аспектов, отражающих изменения на энергетических рынках, и требующих пересмотра прежних подходов к прогнозированию развития мировой энергетики:

- Теряют свою актуальность прежние подходы к прогнозированию первичного энергопотребления. Первичное энергопотребление можно было вполне корректно рассчитывать на основе экономико-демографических показателей и сопоставлять с конечным потреблением с учетом сложившихся зависимостей, включая потери на преобразование. Однако именно на этапе преобразования стали происходить существенные изменения, которые пока дают не такие сильные отклонения текущих показателей, но в перспективе, по мере дальнейшего расширения использования ВИЭ, будут оказывать критическое влияние на рассчитываемый спрос. Проблема в том, что производимая электроэнергия на ВИЭ (солнце, ветер) методологически учитывается практически со 100% КПД в отличие от выработки электроэнергии на ископаемых топливах, где потери часто превышают 50%. Таким образом, для получения единицы электроэнергии на основе таких видов ВИЭ требуется существенно меньше исходной первичной энергии, чем при использовании угля и газа. В результате при сохранении объемов спроса в конечных секторах, потребность в первичной энергии при переходе на новые ВИЭ сильно снижается. А, следовательно, меняются тренды энергоемкости ВВП.
- Прекращается абсолютное доминирование нефтепродуктов в транспортном секторе. Нефтепродукты традиционно являются основой для транспортного сектора, а сам сектор играет ключевую роль в спросе на нефтепродукты. Эта взаимозависимость позволяла сформировать устойчивые корреляционные зависимости, опирающиеся на оценки спроса на основе изменения демографических и экономических показателей с учетом страновых особенностей. Однако ускоренное развитие рынка электромобилей и расширение использования газа в качестве моторного топлива приводят к слою сложившихся закономерностей в транспортном секторе [3].
- Появление дисбаланса на стороне производства энергии. Традиционно задачей энергетического комплекса было обеспечение спроса с учетом имеющихся дисбалансов в сегментах потребления. Теперь начинает формироваться новый дисбаланс, но уже на стороне производства. Рост доли ВИЭ, стимулируемый как повышением их конкурентоспособности, так и энергополитикой направленной на декарбонизацию глобальной энергетики, приводит к изменению режимов работы энергосистем. Появление такого второго дисбаланса, значимость которого постоянно растет на фоне расширения использования ВИЭ, почти полностью меняют привычную картину в сегменте «генерации», что требует соответствующей адаптации моделей прогнозирования электроэнергетики.
- Усиление межтопливной конкуренции в электроэнергетике. Ранее в электроэнергетике различных стран преимущественно конкурировало между собой ограниченное число поставщиков определенного топлива в рамках имеющихся мощностей генерации. Ценовые привязки были достаточно предсказуемы, что позволяло формировать понятную структуру мощностей с высокими КИУМ. Теперь не просто расширилось количество поставщиков топлива (например, газа), имеющих доступ к крупнейшим рынкам, но и сильно возросла межтопливная конкуренция.
- Усиление межтопливной конкуренции во всех секторах потребления. Транспортный сектор стал далеко не единственным в структуре потребления, где существенно расширилась конкуренция между разными топливами. Новые технологические решения позволяют сформировать для потребителя целый набор различных альтернатив энергоснабжения. При этом, благодаря своей универсальности, всё более востребованным становится использование электроэнергии для различных целей, включая обогрев и перемещение.
- Формируется новый набор финансовых и политических ограничений, влияющий на выбор решений по энергоснабжению:
 - На фоне неустойчивости рынков опасение участников рынка по осуществлению долгосрочных инвестиций. Высокие формируемые риски существенно осложняют процессы привлечения заемного финансирования, страхования и т.д. В результате, даже в случаях меньшего уровня окупаемости, инвесторы выбирают короткие проекты;
 - Новые экологические стандарты и требования;
 - Неопределенности климатической политики и экологических ограничений;
 - Возможные геополитические и торговые ограничения.

2 Учет происходящих изменений в методологии прогнозирования мировой энергетики

Все выделенные ключевые изменения мировой энергетической системы стали важнейшими задачами модернизации комплекса SCANNER, проводимого в ИНЭИ РАН с 2015 года. Часть этих задач удалось успешно решить, по другим работы продолжаются.

Проблему с прогнозированием первичного энергопотребления правильнее всего решать путем прогнозирования конечного потребления по секторам и выстраивания от него корректных цепочек, отражающих движение энергоресурсов, включая преобразование, потери и т.д. В результате получается не только спрогнозировать первичное энергопотребление, но и увидеть достоверную картину распределения источников энергии по цепочкам поставок.

Для корректного учета изменений в транспортном секторе необходим специализированный инструментарий, позволяющий прогнозировать потребление в нем с учетом влияющих параметров – технологий, потребительских предпочтений, экологических факторов, энергополитики и т.д. Всё это нашло свое отражение в разработанной в ИНЭИ РАН модели «Прогнозирование спроса на топлива с учетом научно-технического прогресса и межтопливной конкуренции в сегменте дорожной транспортировки» (ПСДТ). Модель получает из входных данных перспективные значения макропараметров: ВВП и населения и ретроспективные показатели по численности автомобилей, динамике потребления нефтепродуктов по видам и т.д. Расчет перспективного потребления нефтепродуктов и их субститутос осуществляется с учетом предпосылок по изменению влияющих на это факторов: стоимости автомобилей на различном виде топлива, обеспеченности заправочной (зарядной) инфраструктурой, стоимости топлив, потребительской привлекательности, уровне государственной поддержки и др..

Появление дисбаланса на стороне производства энергии главным образом отражается на секторе электрогенерации. В результате необходимо искать поиск оптимального варианта удовлетворения спроса с учетом множества режимов работы системы. При этом расширились и варианты удовлетворения спроса, причем некоторые из них можно использовать в комбинации с накопителями энергии. Учитывая ожидаемое изменение затрат как в стоимости производства электроэнергии на отдельных источниках, так и в стоимости хранения, требуется расчетный инструментарий, позволяющий при всём этом наборе условий найти оптимальный вариант работы системы. При этом необходимо учитывать еще целый набор параметров, включая стоимость выбросов, энергополитику, особенности каждой страны, сроки вывода действующих мощностей и т.д.. Согласно разработанной методике, прогнозирование осуществляется на основе совмещения методов имитационного и оптимизационного моделирования. Система должна гибко подстраиваться под имеющуюся исходную статистику, имея возможность использовать различную временную глубину данных и работать как с данными по мощностям и выработке, так и только с выработкой, что обусловлено качеством исходных данных.

Финансовые и политические ограничения по сути являются входными данными, но требуют возможности учета их в элементах модельного комплекса. В частности, необходимо включение в основную часть расчетов стоимости выбросов CO₂, необходимы настройки по требованиям к качеству топлив, внедрение коэффициентов воздействия энергополитики на выбор, или прямых ограничений и т.д. В отдельных случаях, в том числе в вопросах технологического трансфера, эффективно использование системы кластеризации.

Энергетический мир становится более сложным и многофакторным. Его корректное прогнозирование требует использования усовершенствованного инструментария. Те методологии, которые ещё вчера позволяли получать результаты с высокой степенью достоверности, сегодня устаревают. При этом только возрастает потребность в инструментарии, который позволял бы не только прогнозировать рынки, но и искать экономические эффективные направления их развития, давал бы возможность заранее оценивать эффекты от планируемых решений. Поэтому необходимо дальнейшее развитие систем прогнозирования, в том числе с использованием подходов изложенных в данной статье.

Литература

1. А.А.Макаров, Л.А.Мелентьев Методы исследования и оптимизации энергетического хозяйства/Новосибирск, 1973.
2. А.А.Макаров, С.П.Филиппов SCANNER: Модельно-информационный комплекс, ИНЭИ РАН, 2011.
3. Грушевенко Д. А., Грушевенко Е. В., Кулагин В. А. Энергопотребление российского сектора автомобильного транспорта: перспективы развития межтопливной конкуренции в условиях технологических инноваций // Форсайт, т. 12, № 4, 2018.