

УДК 338.27:621.039.1

Принципы формирования «экономического креста» в прогнозировании развития атомного энергопромышленного комплекса

© 2013 г. А.В. Путилов, А.Г. Воробьев*

Введение

В настоящее время вопросы формирования экономических показателей при проведении прогнозов развития атомно-энергопромышленного комплекса (АЭПК) на длительную перспективу – весьма актуальная проблема. В качестве примера можно привести механизмы экономических оценок при прогнозировании реализации ядерных технологий на базе крупномасштабной атомной энергетики, мирового атомного рынка, использования исследовательских комплексов для инновационного развития высокотехнологических производств. Сформулированы основные принципы экономических оценок развития энергетических систем, включающие описание жизненного цикла как энергоресурсов (поиск, добыча, подготовка к использованию, ликвидация отходов), так и жизненного цикла энергоблоков (проектирование, строительство, эксплуатация). Наглядным примером данного подхода является так называемый «экономический крест»: совместное представление жизненных циклов энергоресурсов и энергоблоков, которые при их пересечении во времени реализуют и техническую (генерация тепла, электроэнергия) и экономическую (поступление средств за реализацию энерговыработки) выгоды. Горизонтальная часть «экономического креста» описывает экономику жизненного цикла конкретного энергоресурса, а вертикальная часть – экономику жизненного цикла энергоблока, использующего данный энергоресурс. Пересечение сторон этого «экономического креста» характеризует образование товарной продукции при эксплуатации энергоблоков: энерговыработка (электричество, услуги теплоснабжения и пр.) и экономическую выгоду. В результате взаимодействия этих жизненных циклов и возникает выручка, дающая в конечном итоге прибыль при реализации конкретной энерготехнологии. А сами стороны «экономического креста» последовательно описывают затраты на реализацию конкретной энерготехнологии, в частности в приведенном в статье примере – развития атомной энергетики и использования ядерных энергоресурсов.

Сов. Сущность экономики перспективной энергетики заключается в обеспечении превышения выручки над затратами на всех стадиях жизненного цикла с учетом дисконтирования и разновременности затрат. В данной статье приведены примеры конкретных оценок как стоимостных, так и технических характеристик элементов атомной энерготехнологии.

Современная прогностика как инструмент формирования видения будущего

Сегодня прогностике, прогнозированию и интерпретации прогнозов стало уделяться столь пристальное внимание, что это, как обычно, привело к терминологической путанице. Любое прогнозирование теперь начали называть «форсайтом». Между тем форсайт – это только один из многих прогностических инструментов. Не только широкая публика через восприятие публикаций в СМИ, но и некоторые специалисты с трудом различают такие понятия, как «тренд», «тенденция», «форсированный вариант», «сценарная гипотеза». Далеко не все представляют себе, что такое «горизонт прогнозирования», а многие считают, что прогнозы обязательно должны быть (и могут быть) только долгосрочными, в то время как прогнозирование может охватывать как краткосрочные, так и сверхдолгосрочные периоды. Имеется и много других заблуждений, что требует определенного внимания к инструментам прогнозирования, особенно экономической направленности в энергетике, внимательного изучения положительного опыта. Например, не так давно по заказу ОАО НИИАР Госкорпорации «Росатом» группа специалистов-прогностов под руководством С.Б. Переслегина подготовила «Прогноз развития мировой энергетики на период 2010 – 2030 гг. с отдельными оценками на период 2050 – 2075 гг.». Следует внимательно отнестись к результатам подобных прогнозных оценок [1].

Прогноз является одним из способов формирования видения будущего развития конкретной технологии, системы, экономической формации и подходов к управлению этим будущим. Это не исследовательская, а экономико-управленческая технология прогнозирования. Она востребована, если социально-экономическая система (отдельная страна, корпорация или общественная организация) сталкивается с системной неустойчивостью, иначе говоря, если возникает обоснованная неуверенность в

* Путилов А.В. – д-р техн. наук, проф., декан факультета управления и экономики высоких технологий НИЯУ МИФИ.
Воробьев А.Г. – д-р экон. наук, проф., зав. каф. экономики НИЯУ МИФИ.

устойчивости и определенности будущего развития этой системы, потребность в обоснованной оценке возможных вариантов развития.

Прогностическая платформа представляет собой институционально оформленную совокупность приемов и методов, применяемых для оценки и формирования подходов к управлению будущим развитием конкретной системы. Все прогностические платформы построены по одной принципиальной схеме. Задачами аналитического исследования являются обоснованные логически, математически, экономически и исторически операции над проектами будущего развития конкретной системы, в то время как элемент прогнозирования, имеющий бытовое наименование «Оракул», отвечает за недостаточно обоснованные, но яркие по восприятию предсказания (пророчества). Значения неаналитической составляющей прогноза нельзя недооценивать, поскольку конкретному заказчику прогноз и нужен именно тогда, когда возможное будущее теряет определенность и действительность преподносит серьезные неожиданности. Эффективная прогностическая платформа должна быть сбалансирована по аналитическим и неаналитическим методам. Аналитическая часть прогноза создается на основе экономического, политического и культурного ситуационного анализа. В данной работе описана именно экономическая часть прогнозирования развития энергетических систем.

Реализуемая на практике индустриальная платформа до последнего времени не включала в качестве инструмента прогнозирования так называемый «пророческий поиск». Как правило, прогноз строили на основании формального логического и математического анализа трендов. Использовали технику глобального имитационного моделирования, «дельфи-анализ» и методику «форсайт-исследований» для согласования видения будущего приглашенными для прогнозных исследований экспертами. К концу 1960-х годов инструментарий был расширен за счет метода «дискретного сценарирования», разработанного Г. Каном. Постиндустриальная платформа прогнозирования, разработанная американскими «фабриками мысли», прежде всего «RAND-corporation», включала развернутые институциональные и инфраструктурные прогнозные решения. В рамках этой прогностической платформы впервые был поставлен, правда, в неявной форме вопрос о принятии прогноза развития конкретных систем как необходимой прогностической технологии обоснования принятия решений. Принятие прогноза как инструмента обеспечивалось за рубежом системой ротации специалистов между «фабриками мысли», сферами бизнеса и государственного управления [1].

Постиндустриальная платформа прогнозирования чаще всего использует «дельфи-анализ» и форсайт-исследования, причем со временем форсайт перестал рассматриваться как способ согласования видения будущего развития экспертами и превратился в способ согласования требований к этому

конкретному будущему развитию систем со стороны лиц, принимающих решения (ЛПР). Метод сценарирования был расширен добавлением так называемых драйверов, учитывающих «дрейф» трендов, и маловероятных, но крайне значимых событий, так называемых «диких карт». В действующей в настоящее время постиндустриальной платформе использовали также ситуационное управление – мгновенное дискретное сценарирование. Однако опыт экономического кризиса 2008 г. и технологического кризиса в результате аварии на японской АЭС «Фукусима» в 2011 г. показал недостаточную эффективность прогнозирования по данной методике, продемонстрировал, что эта техника пока еще для эффективного прогнозирования не работает. Постиндустриальная платформа прогнозирования включала также конструирование будущего развития систем и прогностическую рекламу.

Современная прогностическая платформа была разработана в середине 2000-х годов исследовательской группой С. Переслегина, и эта платформа, базируясь на социомеханике, структуродинамике, социальной термодинамике и модели «знаниевых фокусов», использует пророческий поиск в форме сложной управляемой коммуникации (техника «знаниевого реактора» и других технологий управляемого группового мышления). Базовой техникой современной платформы является метод континуального сценарирования, опирающийся на представление о так называемом неизбежном будущем. Прогнозирование энергетического развития страны на длительную перспективу сопряжено с выбором также и технологических платформ такого развития, что делает прогнозную деятельность инженерно-экономическим исследованием: инженерная часть прогноза должна сопровождаться экономическими оценками, причем на всем жизненном цикле как энергоресурсов, так и энергоблоков, использующих эти энергоресурсы для перспективного энергоснабжения реального сектора экономики.

Понятие «неизбежное будущее» определено законами природы и развития общества, а также управленческими решениями, принятыми в прошлом. Оно является общим ядром всех возможных прогностических сценариев (рис. 1). Например, при прогнозировании на определенный период развития атомной энергетики таким неизбежным будущим является работа АЭС, сохранивших на период прогнозирования свой ресурс. Варианты будущего инновационного развития, обозначенные на рис. 1 как I – III, включают это неизбежное будущее, поскольку необходимо снабжать действующие на момент реализации прогноза АЭС свежим ядерным топливом, обеспечивать безопасное хранение или переработку отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) и обращение с радиоактивными отходами (РАО) и пр. [2]. Понятие «невозможное будущее» есть прогнозируемое будущее, не совместимое с «неизбежным будущим». Из элементов так называ-

емых «предельных» сценариев конкретный заказчик прогноза выбирает «базовый сценарий», все остальные варианты рассматриваются как риски этого «базового сценария». Перспективная прогностическая платформа, на основе которой построен технологический пакет «Прогнозирование», добавляет ключевую технику постановки прогностической задачи и анализ нестационарных сценарных эффектов, в частности – сценарного излучения технологического развития конкретных систем.

Прогнозно-экономические оценки в перспективной энергетике

1. При прогнозировании развития атомного энергопромышленного комплекса следует учесть четыре основные его особенности.

2. Теплотворная способность ядерного топлива в 1,5 – 2,5 млн раз превышает аналогичный показатель для органических топливно-энергетических ресурсов (ТЭР).

3. Потенциальная возможность воспроизводства ядерного топлива в замкнутом ядерном топливном цикле (ЯТЦ) обуславливает значительный интегральный эффект развития атомного энергопромышленного комплекса – АЭПК.

4. Высокая капиталоемкость АЭС и предприятий ядерного топливного цикла (ЯТЦ) повышает значимость инженерно-экономических обоснований при выборе технических решений.

Вопросы безопасности и экологической приемлемости атомной генерации обуславливают дополнительные требования к проектированию и эксплуатации АЭС.

Для экономических оценок в прогнозировании развития энергопромышленного комплекса, в частности АЭПК, важно рассмотреть инновационное развитие зарубежных компаний-аналогов, в частности таких энергетических компаний, как EDF, Fortum и Vattenfall [3, 4]. Выбранные зарубежные энергетические компании-аналоги Госкорпорации «Росатом» являются также госкомпаниями, они стремились развиваться в 1960 – 1970-х гг. в условиях избыточного финансирования и имеют значительный накопленный опыт управления действующими АЭС. Анализ структуры расходов и объявленных приоритетов НИОКР перечисленных компаний позволяет выявить две основные тенденции их технологического развития.

Во-первых, повышение экономической и технологической эффективности развития атомной энергетики. В ожидании роста спроса на атомную энергетику компании-лидеры осуществляют инвестиции в подготовку новой технологической платформы для конкуренции на международных рынках. При этом можно выделить следующие общие направления инновационной деятельности:

- продление сроков эксплуатации реакторов второго поколения (в сотрудничестве с ядерными компаниями, формирующими ЯТЦ);
- ввод в эксплуатацию модернизированных ядерных реакторов третьего поколения (например, EDF планирует осуществить ввод первого реактора к концу 2013 г., и 10 дополнительных реакторов такого типа к 2020 г.);
- разработка технологий по обращению с РАО и ОЯТ (например, Vattenfall еще в 2009 г. более 23 % расходов на НИОКР направила на разработку по данному направлению);
- разработка реакторов четвертого поколения в сотрудничестве с ядерными компаниями (например, EDF совместно с AREVA).

Таким образом, для сохранения и укрепления собственной конкурентоспособности на мировом рынке атомной энергетики Госкорпорации «Росатом» необходимо обеспечить создание технически сопоставимых разработок по данным направлениям развития атомного энергопромышленного комплекса [5]. В краткосрочном и среднесрочном будущем вектор исследовательской деятельности должен быть направлен на продление сроков эксплуатации реакторов второго поколения, повышение эффективности эксплуатации (характеризующееся коэффициентом использования установленной мощности – КИУМ) до уровня зарубежных компаний, на обеспечение успешного ввода в эксплуатацию реакторов третьего поколения и развитие технологий хранения и переработки, а также обращения с РАО и ОЯТ. В долгосрочной перспективе необходимо разрабатывать прорывные технологии, которые позволят спроектировать и вывести на рынок реакторы с существенно более высокими показателями экономической и технологической

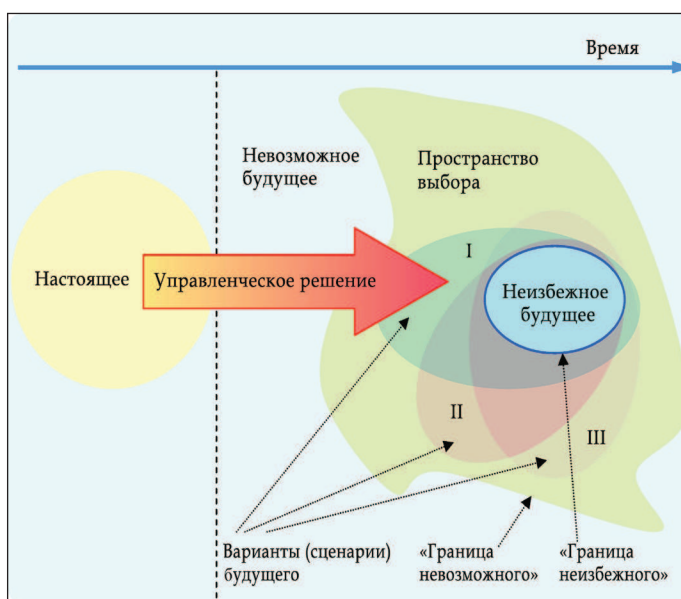


Рис. 1. Технология прогнозирования, предусматривающая сценарий неизбежного будущего и выбор возможных вариантов развития систем

эффективности – ядерные реакторы четвертого поколения.

Во-вторых, необходима диверсификация энергетических технологий и разработка технологий в области распределенной генерации. Отвечая на современные тенденции изменения мировых энергетических систем в пользу распределенной генерации и повышения экологичности, зарубежные энергетические компании-аналоги осуществляют инвестиции в развитие различных альтернативных источников энергии и разработку технологических решений для распределенной электроэнергетики. В частности, все три компании-аналога осуществляют разработки в области так называемых «умных сетей» и систем накопления и хранения энергии. Изменение технологической направленности крупнейших компаний атомной отрасли увеличивает вероятность разработки революционных технологических и инфраструктурных решений для осуществления постепенного перехода к распределенной генерации, что в дополнение к рыночным факторам определяет необходимость осуществления Госкорпорацией «Росатом» инновационной деятельности в данном направлении [6 – 9].

Анализ структуры расходов и приоритетов развития НИОКР ядерных компаний позволяет выявить следующие тенденции.

1. Укрепление зарубежными компаниями позиций в ядерном бизнесе за счет разработки передовых технологий реакторов третьего и четвертого поколений и географической экспансии на мировом атомном рынке с использованием данных энергетических комплексов, а также осуществления вертикальной интеграции путем образования стратегических партнерств. Инновационная деятельность компаний направлена на доработку проектов реакторов с целью их соответствия международным требованиям и успешного сооружения в установленные сроки. Кроме того, компании осуществляют инвестиции в разработку реакторов четвертого поколения, обладающих на порядок более высокими техническими и экономическими характеристиками.

Зарубежные компании-аналоги за последние несколько лет завершили разработку реакторов третьего поколения и в настоящее время активно выводят их на международные рынки. Например, французская AREVA осуществляет сооружение четырех реакторов EPR во Франции, Финляндии и Китае; компания Toshiba ведет строительство двух реакторов AP-1000 в Китае; MHI планирует начать строительство двух реакторов APWR в Японии и одного реактора ATMEA-1, разработанного совместно с AREVA, в Европе.

Помимо обеспечения конкурентоспособности энергоблоков, для укрепления собственных позиций на атомном рынке компании-аналоги осуществляют вертикальную интеграцию. Если на данный момент единственными двумя вертикально интегрированными ядерными компаниями в мире являются

Госкорпорация «Росатом» и французская AREVA (в связке с EDF), то уже в среднесрочной перспективе данным преимуществом также будут обладать японские и корейские компании. Так, японские компании (Toshiba и MHI), с одной стороны, укрепляя свои позиции на начальных и конечных этапах ЯТЦ за счет заключения стратегических партнерств с уранодобывающими и перерабатывающими компаниями, в то же время формируют консорциум с энергетической компанией Tokyo Electric Power. Аналогичным образом корейские компании Hyundai, Samsung, Doosan Heavy Industries сформировали производственно-технологический консорциум во главе с энергетической корпорацией KEPCO.

Таким образом, одно из важнейших конкурентных преимуществ Госкорпорации «Росатом», заключающееся в обладании полной технологической цепочки ядерного бизнеса, становится «доступным» большинству игроков мирового атомного рынка, в результате чего стремительно возрастает значимость укрепления технологического преимущества отечественной атомной отрасли.

2. Осуществление ядерными компаниями посевных инвестиций в смежные области. Аналогично энергетическим компаниям ядерные компании осуществляют инвестиции в разработку технологий в области альтернативной энергетики, а также в другие смежные с атомной энергетикой области, в которых могут быть использованы их ключевые технологические компетенции – например, в производстве водородного топлива, ядерной медицине, экологических технологиях. Выход международных альянсов компаний на новые, неэнергетические рынки будет способствовать снижению их зависимости от цикличности энергетической отрасли, увеличению экономической отдачи от фундаментальных исследований и разработанных технологий и, таким образом, дальнейшему осуществлению более масштабных исследований и разработке новых, прорывных технологий.

Экономические аспекты прогнозирования жизненного цикла энергетических объектов

Потребляемая энергия, используемая в человеческом сообществе, может быть условно разделена в соответствии с двумя большими группами структурированных потребностей на бытовую и промышленную энергию. Первая (бытовая) определяет качество жизни, повседневного обеспечения населения необходимыми услугами, включая безопасность жизнедеятельности в повседневной жизни. Распределение бытовой энергии в значительной степени осуществляется в рамках сетевого хозяйства, однако имеются и локальные потребности, удовлетворяемые соответствующими локальными энергоисточниками. Другой вид энергии – это промышленная энергия или энергия больших мощностей. В настоящее время удельная энергоемкость российской экономики по сравнению с экономиками индустриально развитых стран мира, к сожалению,

остается весьма высока, и промышленная энергия остается крайне востребованной. С учетом паритета покупательной способности данный показатель вдвое превышает аналогичный показатель в США, в 2,3 раза – в целом по мировому сообществу и в 3 раза – по сравнению с развитыми странами Европы и Японией. Для производства товаров и услуг стоимостью тысячу долларов в России тратится 0,89 тонны условного топлива (т у.т.), а в Норвегии и Швеции, находящихся в схожих климатических условиях, только 0,36 т у.т. и 0,26 т у.т. соответственно. Понимая важность проблемы снижения доли затрат на топливно-энергетические ресурсы (ТЭР) в структуре себестоимости товаров и услуг, федеральные и региональные власти Российской Федерации принимают определенные организационно-экономические и административно-управленческие действия по повышению показателей энергоэффективности. Принципиальное значение для организации разработки технологических платформ в области энергетики и комплексной системы мероприятий по энергоэффективности и энергосбережению имеют указ Президента Российской Федерации «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» от 4 июня 2008 г. № 889; «Энергетическая стратегия России на период до 2030 г.», утвержденная распоряжением Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. № 1715-р и Федеральный закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ.

Для прогнозирования развития атомной энергетики как части энергопромышленного комплекса важно учитывать ядерные энергоресурсы (часть ТЭР) и перспективные типы ядерных реакторов, позволяющие обеспечить воспроизводство этих ядерных энергоресурсов (реакторы на быстрых нейтронах – РБН). Одним из ограничений современной атомной энергетики с открытым ЯТЦ и реакторами на тепловых нейтронах является значительное и постоянно нарастающее количество хранимого ОЯТ. Кроме того, эти технологии не позволяют в полной мере использовать запасенную в топливных ядерных материалах энергию, поскольку более 90 % добытого урана остается в отвалах обогажительного производства, а эффективность использования топлива в реакторах с водяным теплоносителем (типа ВВЭР) невысока [10]. Комплексное своевременное решение существующих проблем возможно путем концентрации усилий и ресурсов на создании ядерных энерготехнологий нового поколения на базе РБН с замкнутым ЯТЦ.

В целях создания и вывода на рынок новых технологий, продуктов и услуг для традиционных (энергетических) рынков Госкорпорация «Росатом» в рамках Комиссии при Президенте Российской Федерации по модернизации и технологическому развитию экономики России инициировала проект «Новая технологическая платформа: замкнутый ядерный топливный цикл и

реакторы на быстрых нейтронах», реализация которого осуществляется в рамках федеральной целевой программы «Ядерные энерготехнологии нового поколения на период 2010 – 2015 годов и на перспективу до 2020 года» (далее ФЦП ЯЭНП). Важным эффектом от реализации проекта по созданию новой технологической платформы атомной энергетики на основе быстрых реакторов и замкнутого ЯТЦ должен стать более высокий уровень ядерной и радиационной безопасности. Этого планируется достичь за счет сокращения объемов ОЯТ и РАО, достижения приемлемых для общества и экономики экологических характеристик замкнутого ЯТЦ с одновременной минимизацией использования природного урана.

В качестве примера инструментария для экономических оценок при прогнозировании развития реализации ядерных технологий с позиции крупномасштабной атомной энергетики, мирового атомного рынка, использования энергопромышленных комплексов (ЭПК) для инновационного развития высокотехнологических производств предлагается прогноз развития жизненных циклов энергоресурсов и энергоблоков для их использования, пересечение которых составляет так называемый «экономический крест». Такой подход позволяет использовать комплексные принципы экономических оценок и расчетов: экономическое описание жизненного цикла как энергоресурсов (поиск, добыча, подготовка к использованию, ликвидация отходов) так и энергоблоков (проектирование, строительство, эксплуатация, вывод из эксплуатации) (рис. 2). При этом независимо от типов энергоресурсов (органические, ядерные, возобновляемые и пр.) и типов энергоблоков подход к экономическому анализу перспективного развития энергосистем может быть одинаковым, что дает для прогнозных оценок возможность корректного сравнения вариантов такого развития.

Горизонтальная часть так называемого «экономического креста» описывает экономику жизненного цикла конкретного энергоресурса, а вертикальная – экономику жизненного цикла энергоблока, использующего данный энергоресурс. На пересечении сторон этого экономического креста при эксплуатации энергоблоков происходит выработка товарной продукции – энергии (электричество, услуги теплоснабжения и пр.) и возникает выручка, дающая в конечном итоге прибыль при реализации конкретной энерготехнологии. А сами стороны экономического креста последовательно описывают затраты на реализацию конкретной энерготехнологии, в частности в приведенном далее примере – развития атомной энергетики. Сущность оценок перспективного развития экономики перспективной энергетики заключается в доказательстве превышения выручки над затратами на всех стадиях жизненного цикла с учетом дисконтирования и одновременности затрат. В этом случае каждую конкретную энерготехнологию можно считать экономически эффективной.



Рис. 2. Сущность экономического креста в энергетике

Принципы построения экономического креста для формирования прогнозов развития атомной энергетики

Любые прогнозы в энергетике должны учитывать альтернативное развитие энерготехнологий – будущих конкурентов на энергетическом рынке (атомную генерацию, генерацию на органическом топливе, возобновляемую энергетику), поэтому при подходе к экономическим оценкам в таких прогнозах необходимо рассматривать возможные альтернативы. На **рис. 3** приведены в наглядном виде так называемого экономического креста этапы реализации ЯТЦ. Разумеется, что за каждой из стрелок стоят обстоятельный экономический анализ и конкретные экономические показатели, однако это не тема настоящей работы. Задача данной статьи состоит в том, чтобы показать, как на основе имеющегося опыта можно прогнозировать развитие атомной энергетики на длительную перспективу, в том числе с замыканием ЯТЦ. Очевидно, что в атомной энергетике еще долгое время будут сосуществовать действующая технологическая платформа с добычей и обогащением урана и новая нарождающаяся технологическая платформа с химическим переделом ОЯТ и замыканием ЯТЦ (**рис. 4**). Фактически требуется оценить экономичность одновременно как энергопроизводства, так и получения вторичных ядерных энергоресурсов. Для всех видов РБН возможны различные коэффициенты воспроизводства ядерного топлива (особенно с учетом международных ограничений), причем модель экономических оценок при прогнозировании их развития должна учитывать эти обстоятельства. Экономической моделью для таких оценок может быть экономическая модель при оценке энергоэффективности ЭПК, где энергосбережение эквивалентно выработке дополнительных энергоресурсов (воспроизводство ядерного топлива).

сурсов (воспроизводство ядерного топлива).

Комплексная система показателей для оценки энергоэффективности и резервов энергосбережения в энергопромышленном комплексе также является одним из инструментов энергоэкономического метода технологического маркетинга [11,12]. Представляется целесообразным в формулах расчета показателей энергоэффективности замкнутого ЯТЦ вместо показателя суммарного объема произведенной продукции (оказанных услуг) использовать показатель добавленной стоимости, а также ввести в расчетные выражения коэффициенты энергоемкости получения ядерных энергоресурсов, позволяющие учесть структуру АЭПК. Тогда (Э) – обобщенный показатель энергоэффективности АЭПК – будет определяться с использованием выражения:

$$\Theta = \sum_{j=1}^m \frac{ДС_j}{\sum_{i=1}^n T_{ij}} \cdot K_{Ej}, \quad (1)$$

где $ДС_j$ – суммарная величина добавленной стоимости, возникающей при производстве продукции (оказании услуг) в j -м технологическом переделе, руб.; T_{ij} – суммарный объем израсходованных ТЭР i -го вида в j -м технологическом переделе, т у.т.; K_{Ej} – безразмерный коэффициент энергоемкости j -го технологического передела; j – номер технологического передела; m – количество технологических переделов; i – вид энергоресурса; n – количество видов ТЭР, включая вид или тип ядерного топлива, получаемого и используемого в замкнутом ЯТЦ.

Существуют также выражения для расчета основных показателей эффективности стратегического управления энергосбережением в АЭПК, относящиеся к экономическим, инновационным и природоохранным показателям. Для практического использования системы оценки энергоэффективности будущих АЭПК необходимо формирование новых форм отчетности либо внесение недостающих данных (себестоимость производимой продукции, добавленная стоимость по переделам) в существующие формы. При этом преимуществом использования в расчетах добавленной стоимости вместо объема произведенной продукции является возможность получения объективной информации об

энергоемкости конечной продукции (услуг) на различных стадиях ее производства. Стоимостные показатели перспективных энергокомплексов могут быть оценены посредством регрессионных моделей и иных методов, которые в настоящее время достаточно активно развиваются [11]. Максимальные резервы ($P_{\max}$) энергосбережения (фактически выработка вторичных энергоресурсов взамен затраченных на их производство) при реализации замкнутого ЯТЦ определяются с использованием выражения:

$$P_{\max} = \sum_{i=1}^n (3_{i\phi} - 3_{i\min}), \quad (2)$$

где $3_{i\phi}$ – фактические затраты энергоресурса i -го вида в натуральном или денежном выражении; $3_{i\min}$ – минимальные обоснованные затраты энергоресурса i -го вида в натуральном или денежном выражении (далее при расчете резервов энергосбережения предполагается, что расходы ТЭР в технологических пределах могут быть рассчитаны как в натуральном (т у.т.), так и в денежном (долл., евро, руб.) выражении).

Прогнозирование развития АЭПК при замыкании ЯТЦ должно учитывать географическое размещение производств (централизованный или пристанционный замкнутые ЯТЦ), а также возможность энергоэкспорта как с территории нашей страны, так и путем создания атомных энергоустановок за рубежом. При определении минимального значения обоснованных расходов ТЭР для энергоэкспорта за основу может быть взято среднемировое, среднее по стране или по конкретной отрасли значение данного показателя с учетом долгосрочного сценария социально-экономического развития региона или страны. При этом учитывается региональная энер-

годефицитность (энергодостаточность), тип климата и ограничения по охране окружающей природной среды – «экологичность» конкретной энерготехнологии. Прогнозы регионального развития достаточно распространены, за рубежом публикуются и прогнозы развития по разным странам. Прогнозирование динамики развития АЭПК должно встраиваться в долгосрочное прогнозирование отдельных регионов и стран, учитывать динамику энергопотребления, в том числе в отдаленном будущем, а также учитывать рост энергопотребления на создание комфортных условий жизнедеятельности, таких как кондиционирование воздуха в жарком климате, отопление в холодном, опреснение воды в засушливом климате и пр. Развитие АЭПК следует прогнозировать с учетом этих региональных особенностей, в распределенном с точки зрения потребления сетевом окружении.

Минимальные научно-обоснованные расходы энергоресурсов с учетом специфики регионов или стран могут определяться с использованием выражения:

$$3_{\min} = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (3_{mij} + 3_{инфij} + 3_{потij}) K_{изj} K_n K_{пл}}{K_{кл} K_{ин}}, \quad (3)$$

где 3_{mij} – минимальные научно-обоснованные расходы ТЭР i -го вида на производство продукции,

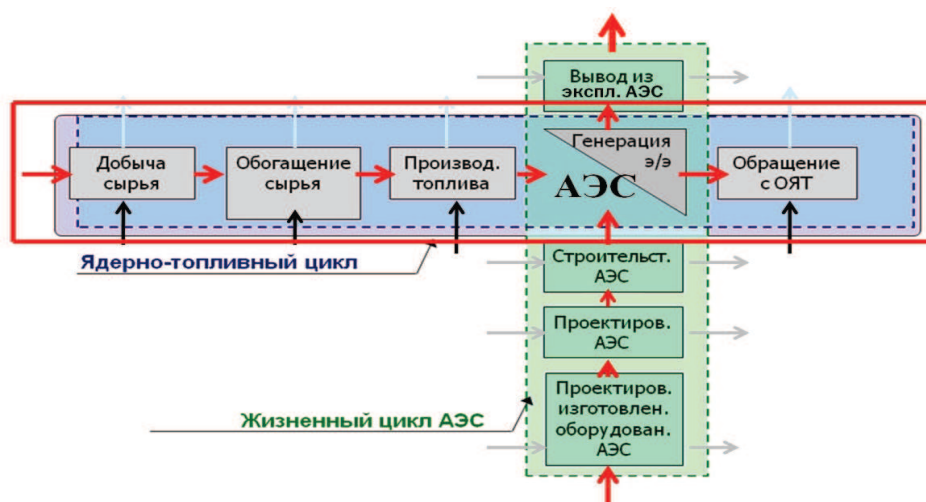


Рис. 3. Основные пределы современного ЯТЦ

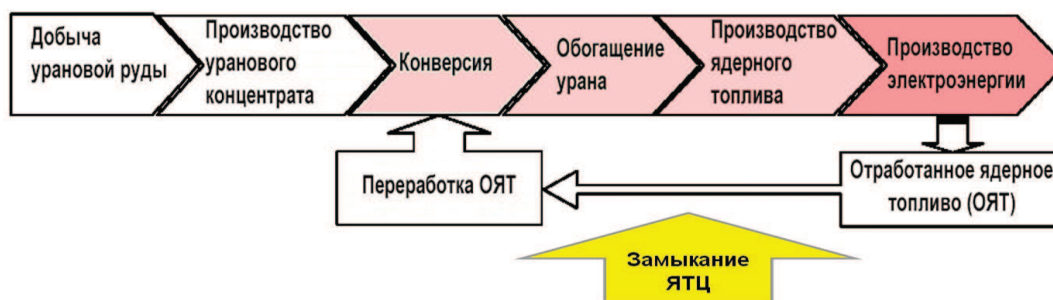


Рис. 4. Схема замыкания ЯТЦ и сосуществования двух технологических платформ атомной энергетики

выполнение работ, оказание услуг предприятиями j -й отрасли или сферы сервиса при работе оборудования в штатном режиме; $Z_{\text{инф } ij}$ – минимальные, рассчитанные с учетом принятых норм, инфраструктурные расходы ТЭР i -го вида на обеспечение деятельности предприятий j -й отрасли или сферы услуг (потребление энергоресурсов на отопление помещений, кондиционирование воздуха, вентиляцию, водоснабжение и водоотведение, освещение); $Z_{\text{пот } ij}$ – научно-обоснованные расходы ТЭР i -го вида на предприятиях, в сфере услуг и социальной сфере; i – номер вида энергоресурса; n – количество видов энергоресурсов; m – количество отраслей, видов деятельности или хозяйственной активности; $K_{\text{из } j}$ – поправочный коэффициент на износ оборудования j -й отрасли, сферы услуг, вида хозяйственной активности; $K_{\text{н}}, K_{\text{пл}}, K_{\text{кл}}, K_{\text{ин}}$ – поправочные коэффициенты на численность населения в регионе или стране, площадь территории, климатические условия и уровень инновационной активности в регионе или стране соответственно (возможный диапазон значений от 0 до 2, рекомендуемый – 0,8 – 1,2); j – номер отрасли, сферы услуг или хозяйственной активности, для которой рассчитываются минимальные необходимые затраты энергоресурса.

Следует учитывать, что для разных видов ТЭР наборы поправочных коэффициентов определяются экспертным методом и могут различаться. Использование методологии системного подхода к стратегическому управлению процессами обеспечения энергосбережения позволит, с одной стороны, повысить эффективность использования энергоресурсов в долгосрочной перспективе, с другой стороны, обеспечить баланс интересов всех участников цепи поставок ТЭР в регионе – предприятий по производству, транспортировке и потреблению ТЭР.

В настоящее время долгосрочное прогнозирование развития АЭПК находится на определенной точке перелома. Известны прогнозы МАГАТЭ, которые пока не учитывают в развитии атомной энергетики возможности замкнутого ЯТЦ, они могут считаться базовыми. В ходе реализации ФЦП ЯЭНП последовательно с развитием технологии замыкания ЯТЦ с реакторами на быстрых нейтронах необходимо проводить и прогнозные исследования, характеризующие возможность рыночного применения развиваемых энерготехнологий с учетом энергоэффективности различных отраслей реального сектора экономики как в нашей стране, так и за рубежом. Европейские технологические платформы (ЕТП), некоторые из которых относятся непосредственно к энергетике (атомная энергетика, возобновляемая энергетика и пр.), могут служить моделями для подобного прогнозирования с точки зрения методологии. Однако экономические показатели конкретных технологических переделов в АЭПК должны быть сопоставлены с аналогичными показателями других энерготехнологий достаточно корректно и с учетом разновременности затрат.

Подход в этой прогнозной деятельности с использованием метода экономического креста позволяет достаточно корректно сравнивать альтернативы в энергообеспечении как регионов, так и отдельных стран, сопоставлять различные типы как энергоресурсов, так и энергоблоков для их использования.

Заключение

В данной статье только намечены подходы к экономическим оценкам при прогнозировании долгосрочного развития энергетики, включая атомную энергетику, получившие образное выражение «экономический крест». В дальнейшем планируется детальное описание экономического содержания как горизонтальной, так и вертикальной частей экономического креста. При этом долгосрочное прогнозирование любого типа энергопроизводства (на базе АЭС, ТЭС, ГЭС, возобновляемых источников энергии и пр.) должно учитывать потенциальную конкуренцию в будущем. Следует стремиться к тому, чтобы экономические оценки всех конкурирующих схем энергопроизводства в будущем были проработаны в едином формате, и подход с использованием экономического креста в энергетике это вполне позволяет сделать.

Библиографический список

1. Гневашева В.А. Прогнозирование экономики: понятия и история // Знание. Понимание. Умение. 2005. № 2. С. 141 – 144.
2. Путилов А.В., Воробьев А.Г., Стриханов М.Н. Инновационная деятельность в атомной отрасли. Книга 1. Основные принципы инновационной политики. – М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2010. – 184 с.
3. Путилов А.В., Воробьев А.Г., Петров В.А. Экономическая безопасность крупных корпораций: современные технологии внутреннего контроля и подготовка специалистов // Цветные металлы. 2012. № 4. С. 10 – 16.
4. Ильина Н.А., Путилов А.В. Анализ становления, текущего состояния и перспективы развития основных участников мирового инновационного атомного рынка // Инновации. 2012. № 9. С. 10 – 15.
5. Путилов А.В. Экономика мирового атомного рынка на «Атомэкспо-2011» // Экономика и новости мирового атомного рынка. 2011. № 9 – 10. С. 15 – 21.
6. Путилов А.В., Быковников И.Л., Воробьев Д.А. Методы технологического маркетинга в анализе эффективности технологических платформ в области энергетики // Инновации. 2011. № 2 (148). С. 82 – 90.
7. Путилов А.А., Воробьев А.Г., Путилов А.В. Экономические характеристики уранового сырья в дореакторном технологическом переделе ядерных энергоресурсов // Цветные металлы. 2010. № 4. С. 89 – 95.

8. Путилов А.А., Воробьев А.Г., Путилов А.В., Гольдман Е.Л. Государственные корпорации и развитие высокотехнологичных отраслей реального сектора экономики: исторический обзор и мировой опыт// Экономика в промышленности. 2009. № 2. С. 2 – 13.

9. Путилов А.А., Воробьев А.Г., Путилов А.В., Гольдман Е.Л. Государственные корпорации и развитие высокотехнологичных отраслей реального сектора экономики: экономические преимущества и роль

в промышленной модернизации// Экономика в промышленности. 2009. № 3. С.13 – 21.

10. Путилов А.В. Введение в технологический маркетинг при использовании атомной энергии – М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2005. – 145 с.

11. Путилов А.В. Введение в научно-технический маркетинг. – М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2003. – 148 с.

12. Шнайдер Д.И. Технологический маркетинг. – М.: Янус-К, 2003. – 478 с.

УДК 338.2:669

Особенности управления знаниями в черной металлургии

© 2013 г. В.Н. Харитонова*

Современный этап социально-экономического развития характеризуется как «экономика и общество знаний»¹, в котором основными факторами обеспечения конкурентоспособности являются знания и интеллектуальные активы. При этом следует подчеркнуть, что новое общество требует от хозяйствующих субъектов многоаспектных преобразований, причем не только в бурно развивающихся высокотехнологичных сферах экономики, но и в таких зрелых и в то же время важных отраслях, как черная металлургия.

Производство черных металлов является не только одной из важнейших отраслей в российской экономике, но также и отраслью специализации России в современном международном разделении труда. Так, вплоть до 2011 г. Россия занимала 4-е место в мире по выпуску стали, однако в 2011 г. его прирост в стране составил всего 2,7 %, и Российская Федерация (РФ) переместилась на 5-е место (после Китая, Японии, США и Индии), в 2012 г. прирост сократился до 2,25 % в год [1,2]. Таким образом, металлургическая отрасль России, оставаясь ключевой для экономики страны, подвергается существенному риску потерять позиции среди мировых лидеров по выпуску металлопродукции, что обусловлено как внутриотраслевыми, так и внешними неблагоприятными факторами.

В целях преодоления сложившейся ситуации в 2009 году была разработана «Стратегия развития металлургической промышленности России до 2020 года» (далее Стратегия), предполагающая усиление научно-технического потенциала отрасли, создание благоприятного правового и экономического климата для формирования и развития малого инновационного предпринимательства и привлечения высококвалифицированных молодых специалистов в научно-техническую сферу [3].

По мнению авторов Стратегии, имеющийся производственно-технический потенциал металлургической отрасли, ее кадры и инвестиционные возможности способны обеспечить инновационное обновление и повысить конкурентоспособность металлопродукции в намеченной перспективе, о чем свидетельствует то, что черная металлургия, несмотря на ряд негативных факторов, является одной из лидирующих отраслей в экономике страны по темпам модернизации и технологического перевооружения. Так, только за первое десятилетие XXI века в отрасль было инвестировано свыше 1,2 трлн руб., из которых более 695,0 млрд руб. – в 2008 – 2010 гг. [4]. В результате был полностью ликвидирован энергозатратный и экологически вредный мартеновский способ выплавки стали. Реализованы также проекты по строительству и вводу в эксплуатацию в 2009 г. стана-5000 на ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (далее ОАО «ММК») и в 2011 г. такого же стана на ОАО «Выксунский металлургический завод». Это дало возможность создать производство труб большого диаметра, ранее импортировавшихся [4].

Для достижения целей, поставленных в Стратегии перед предприятиями черной металлургии, необходимо использовать современные техно-

* Ассистент, аспирант кафедры «Менеджмент» ФГОБУВПО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации».

¹ Впервые термин «экономика знаний» (*knowledge-based economy*) был употреблен австро-американским ученым Ф. Махлуповым в 1962 г. в работе «Производство и распространение знаний в США» («*The Production and Distribution of Knowledge in the United States*»).