

## Предисловие

Правильно оценить роль ядерной энергетики в перспективном энергобалансе народного хозяйства — сложная и трудная научная задача, практическую значимость которой, однако, трудно переоценить. Дело в том, что запасы органического топлива в мире хотя и велики, но ограничены, к тому же размещены они по территории крайне неравномерно. Ограниченность наиболее удобных для большинства потребителей энергии видов органического топлива — нефти и природного газа — большинство стран мира ощущает уже сегодня, и при сохранении некоторой доли нефти и природного газа в балансе на первый план в перспективных оценках выступают уголь и ядерная энергия. Несмотря на внушительные мировые запасы угля, быстрые темпы наращивания его добычи сопряжены с большими трудностями. В числе факторов, противодействующих интенсивному росту добычи угля, — относительная дороговизна шахтной добычи, трудности широкомасштабного транспорта угля по суше, все возрастающие требования со стороны охраны окружающей среды. И хотя имеется также ряд противоположно действующих факторов, весьма маловероятно, что будущая энергетика станет угольной энергетикой.

Более вероятен другой путь — совместного развития и использования различных источников энергии — нефти, природного газа, угля, урана, солнца, геотермального тепла и пр. «Сотрудничество» это будет, по-видимому, продолжаться еще очень долго, однако роль ядерной энергетики в большинстве секторов энергетики, хотя и с разным темпом, будет возрастать.

Уже сегодня важно понять, какие качественные и количественные изменения будут происходить во время этого роста. Два основных фактора определяют такую предусмотрительность: инерционные свойства ядерной энергетики и множественность возможных путей развития ее структуры. На разработку нового типа ядерного реактора требуется, как правило, два—три десятка лет, и для того, чтобы оценить его эффективность, надо заглянуть в будущее еще примерно на 30 лет. Таким образом, выбор стратегии развития ядерной энергетики обязательно сопряжен с необходимостью прогнозировать ее развитие на 50—60 лет вперед. При этом приходится это делать в увязке с прогнозом развития остальных энергетических ресурсов. Множество факторов оказываются в поле зрения прогнозиста, и две опасности — Сцилла и Харибда прогнозирования — подстерегают его на пути к хорошему прогнозу: пытаться учесть все эти факторы или отбросить большинство из них. В первом случае время выполнения прогноза выходит за рамки допустимого, во втором — модель развития оказывается

слишком грубой, чтобы правильно отразить существо происходящих в реальности событий, а потому для прогноза и неподходящей.

Чтобы найти правильный путь, надо разработать научную методологию. Применительно к задаче прогнозирования ядерной энергетики это важно еще и потому, что она — один из наиболее молодых, но наиболее капиталоемких секторов.

Работ, посвященных будущему ядерной энергетики, очень много; большинство их содержит количественные оценки технико-экономических показателей атомных электростанций и предприятий топливного цикла, оценки роли ядерной энергетики в перспективных энергобалансах; некоторые работы посвящены разработке методических аспектов, в том числе применению метода математического моделирования.

В отечественной литературе отсутствуют, однако, работы, в которых были бы систематизированно описаны теория и методы прогнозирования развития ядерной энергетики. Нет таких работ и за рубежом. Данная монография восполняет этот пробел. Она представляет интерес не только для специалистов, занимающихся прогнозированием ядерной энергетики. В ней содержится материал, который будет полезен и для тех, кто интересуется методическими и практическими вопросами применения системного подхода, и для прогнозистов-методологов, и для специалистов в области экспертных оценок. В книге разработаны также вопросы психологии прогностического процесса, вопросы выбора оптимальных стратегий в условиях неопределенности, математические модели развивающейся ядерной энергетики. Материал монографии, тем не менее, не конгломерат слабо связанных между собой разработок. Напротив, он связан очень жестким логическим каркасом. Сквозь все разделы проходит одна центральная идея автора — разработать практический инструмент прогнозирования. Логика разработки такого инструмента заставляет автора обращаться к методологии системного анализа и психологии прогнозирования, методам оптимизации и математическому моделированию, подчиняя их общей задаче исследования.

В монографию включены в основном оригинальные разработки автора, поэтому на ряде моментов надо остановиться особо.

Обычно, когда говорят о применении системного подхода к энергетике, полагают, что системные исследования характеризуются рассмотрением объектов как систем. При этом отвлекаются от рассмотрения роли субъекта в самом процессе прогнозирования и учета той роли, которую играют психологические характеристики субъекта — прогнозиста.

Автор выдвигает иную концепцию — не прогнозирования только развития системы — объекта, а концепцию системного прогнозирования, в соответствии с которой для того, чтобы понять развитие объекта — ядерной энергетики, в данном случае, необходимо

учитывать психологические характеристики субъекта прогнозирования и с их учетом строить работу прогностических групп. Включение прогнозиста в состав системы с методологической точки зрения, конечно, правильно, важно, однако, что автор не только декларирует правильное методологическое положение, но и показывает, как можно учесть психологические особенности прогнозистов при организации прогностического процесса практически.

При этом он опирается на разработки психологов, выполненные в специфических модельных ситуациях. Однако реальная прогностическая деятельность протекает в иных, не модельных ситуациях, когда прогнозист подвергается воздействию многочисленных и сложных стимулов. Нужно было перейти от модельной к реальной ситуации, и автор сделал этот переход, проанализировав то новое, что вносит реальная ситуация в прогностический процесс. При этом оказалось, что реальная прогностическая ситуация по своему содержанию оказывается богаче по сравнению с модельной и в ней имеют право на существование различные виды прогностических процессов. Так, если в одних случаях управление прогностическим процессом должно способствовать проникновению мышления в сущность объекта, то в других целесообразно ограничиться фиксацией эмпирических данных. Таким образом, в книге по-новому решается проблема построения оптимальной прогностической системы.

В известном смысле развиваемый подход противостоит методу Делфи, в котором не принимают во внимание конкретные психологические характеристики прогнозистов и где прогнозист рассматривается как бы черным ящиком.

Большое внимание в работе уделено раскрытию сущности понятия неопределенности будущего. Автор на конкретных примерах показывает, что некоторые методологи, в том числе и отечественные, сущность развития понимают еще механистически, как только развертывание, в котором по существу ничего нового не происходит, в котором новое — лишь видимость, иллюзия, принимаемая за новое вследствие недостатка знаний. Согласно этим, все еще бытующим воззрениям неопределенность будущего — это следствие недостаточности знания о природе объекта, а не проявление существенных свойств объекта.

Автор развивает в монографии другой, правильный диалектический взгляд на сущность развития, согласно которому развитие сопряжено с появлением подлинно нового. Это означает, что в траекториях развития объекта могут встретиться точки бифуркации, после которых априори траектории разветвляются. До прохождения через точку бифуркации объект неопределенен в том смысле, что нельзя сказать или определить, по какому именно пути из числа возможных пойдет процесс развития. Эта

неопределенность в объекте преодолевается только при прохождении через точку бифуркации. Автор установил тем самым, что прогнозист, обнаруживший, вернее предсказавший, существование точки бифуркации, не может полностью преодолеть (раскрыть) неопределенность в объекте, совершенствуя процесс познания. Его истинная задача изучить альтернативные возможности развития, а не пытаться предсказать, какая именно из возможных альтернатив будет реализована.

Прогностическая «сила» субъекта в процессе прогнозирования ограничивается, таким образом, не только возможностями познания объекта, но и самим объектом, диалектикой его развития. В соответствии с этими важнейшими методологическими положениями автор в дальнейшем строит методы оптимизации в условиях неопределенности.

Однако, прежде чем переходить к разработке наиболее сложной части инструмента прогнозирования, автор дает разработку ряда основных моделей системы ядерной энергетики — модели развития структуры ядерных реакторов и модели развития системы предприятий топливного цикла. В этих разработках много новых элементов. Отмечу два из них: во-первых, разграничение, которое автор проводит между прогнозированием с помощью математических моделей и исследованием математических моделей, которые только генетически связаны с объектом прогнозирования, однако затем в процессе упрощений оказались от него оторванными. Второй момент — это предложенный способ учета в моделях постепенности усовершенствования новых технических средств, что имеет принципиальное значение в энергетике. Другие аспекты разработанных моделей не менее важны, однако читателю лучше обратиться к самому материалу, тем более что автор последовательно пытается провести читателя по всей логике этих разработок, облегчая тем самым процесс понимания материала.

Заключительный раздел посвящен разработке методов оптимизации в условиях неопределенности. Развивая эти методы на прочной методологической основе, автор стремится получить практически работающие методы, не теряя при этом точности. Эта задача оказалась в основном выполненной. Примеры, приведенные в книге, это подтверждают.

Итак, читатель имеет перед собой книгу, в которой он может найти не только инструмент для прогнозирования развития ядерной энергетики, но и инструмент для определения оптимальных стратегий развития, инструмент выбора.

Разумеется, не следует ожидать от этой монографии ответа на все вопросы, но она является хорошим примером комплексного, системного исследования очень важной научной и практической задачи.

академик М. А. Стырикович