

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ОПТИМИЗАЦИИ
РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМ**

Кришан З.П., Олейникова И.Н.

Представлены направления деятельности лаборатории математического моделирования энергосистем (ЛММЭ) Физико-энергетического института Латвийской академии наук. Основное внимание уделено новым технологиям – разработке динамических моделей развития энергосистем и методов оптимизации развития отрасли с учетом влияния человеческого фактора.

Для любого энергетического проекта в условиях рыночной экономики решающим является его рентабельность. Для этого необходим оперативный и качественный расчет. Чем больше капиталовложений необходимо сделать, тем важнее и точнее должен быть технико-экономический анализ. Энергетика является одной из доминирующих отраслей народного хозяйства по оборотным средствам, по восстановлению и необходимости капиталовложений на развитие.

Основным направлением деятельности лаборатории математического моделирования энергосистем Физико-энергетического института Латвийской академии наук является разработка компьютерных программ для технико-экономического анализа. Лаборатория математического моделирования энергосистем (ЛММЭ) была основана в 1969 году, отделившись от лаборатории комплексных энергетических проблем. Основные научные сотрудники новой лаборатории З.П. Кришан, О.Г. Паэгле, В.А. Дале уже в то время имели как теоретический, так и практический опыт по решению задач развития электрических сетей и систем. Основным направлением до 1990 года были динамические модели развития энергосистем и методы оптимизации. Это является актуальной проблемой и сегодня. Разработанные ЛММЭ оригинальные модели и методы (метод оптимальных исходных состояний и др.) дают возможность рационально решать множество различных задач динамического развития. Коллектив ученых ЛММЭ – один из ведущих в этом направлении, что является следствием непрерывного сотрудничества с энергосистемами, проектными организациями и высшими учебными заведениями: Сибирским энергетическим институтом, Энергетическим институтом им. Г.М. Кржижановского, МЭИ, Ленинградским политехническим институтом, Уральским политехническим институтом, ОДУ Северо-Запада, институтом "Энергосетьпроект" и его отделениями – Северо-Западным, Уральским, Сибирским и др. Это дало возможность проверить теорию на практике и быстро получать обратную связь.

В 80-е годы созданные ЛММЭ модели динамического развития охватывали сети среднего и высокого напряжения до 1100 кВ. Они были использованы для анализа вариантов развития конкретных проектов: ТЭО строительства новых АЭС в ОЭС Северо-Запада, схем развития ОЭС Северо-Запада, схем развития энергосистем Республики Куба, схем выдачи мощности Каунасской АЭС, формирования сетей 500 кВ и выше ОЭС Центра, схем развития ОЭС Урала, схем развития электрических сетей 500 кВ и выше Сибири и др.

В 90-е годы основное внимание было уделено методам принятия решений в условиях неоднозначности информации и комплексным методам оптимизации размещения электростанций, сетей и потребителей, а также методам моделирования и оптими-

зации низковольтных сетей. За время существования ЛММЭ вычислительная техника стремительно развивалась, что не могло не отразиться на программах технико-экономического анализа. В это время персональные компьютеры стали широко использоваться в области народного хозяйства Латвии, и в том числе в Латвэнерго. Это, в свою очередь, создало благоприятные условия для практического применения математических моделей, разработанных ЛММЭ. В 90-х годах все программы и программные системы были разработаны для ПК.

Новые технологии

В XXI веке лаборатория сохранила основное направление – оптимизация развития энергосистем, однако если до этого разрабатывались отдельные методы и программы, то сейчас основное внимание уделено разработке общей технологии принятия решений: а) человек, разрабатывающий технико-экономические обоснования для выбранного варианта развития; б) ПК (информационная система и вычислительные программы); в) руководитель, принимающий решения.

Причинами перехода на разработку технологии являются: 1) сложившаяся ситуация – основной проблемой в Латвии является реконструкция и модернизация сетей, а также уменьшение потерь энергии. Так как основная часть сетей была построена в 60 – 70-е годы, то срок службы их больше, чем срок амортизации объекта (20 – 30 лет); 2) значение технико-экономического анализа (рис. 1) и оптимизации проектируемого варианта в условиях рыночной экономики.

На горизонтальной оси рис. 1 показаны стадии цикла жизни объекта, на вертикальной оси – затраты, сделанные на определенной стадии развития, и часть затрат, обусловленная ранее принятыми решениями. Экономический цикл жизни охватывает все стадии создания энергообъекта: анализ, планирование, проектирование, строительство, эксплуатация и ремонт.

Как видно из рис. 1, решения, принимаемые на стадиях анализа и планирования, уже на 85% определяют общие затраты, а на последующих стадиях существует возможность изменить экономические показатели объекта только на 15%. Средства, используемые на первых двух стадиях, относительно небольшие (5% от общих затрат), и за счет них экономить не следует.

Окончательное решение за весь расчетный период принимается позже, с учетом уточнения информации и использования данных о реальной ситуации в конце проектного периода, т.е. с применением методов динамического управления развитием.

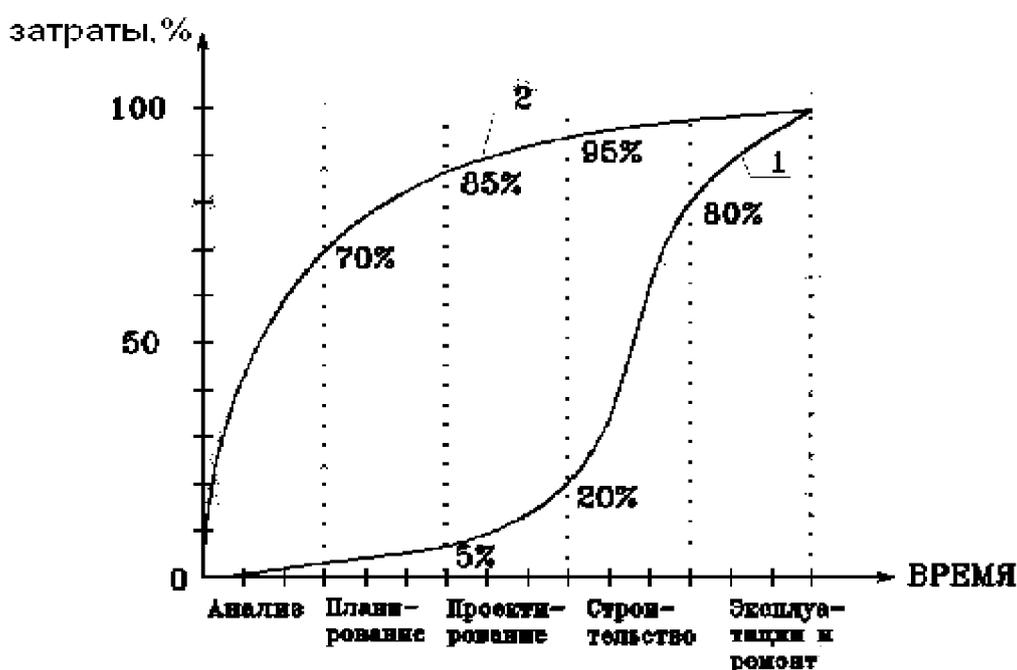
Принципы построения технологии принятия решения по управлению развитием

Основной задачей технологи принятия решения, определяющей принцип ее формирования, является обеспечение руководителей разного уровня возможностью принимать решения, которые основываются на объективных фактах, а не только на мнении или допущениях экспертов.

Разработанная технология являются комфортной для пользователя и имеет:

- объединенную информационную архитектуру;
- простой, удобный и быстрый ввод модели анализируемого объекта энергосистемы, а также возможность проведения динамического управления развитием;
- возможность моделирования процесса развития в течение всего периода амортизации (20 – 30 лет);

- достаточно большое число (30) дискретных альтернативных мероприятий;
- оперативную подготовку оптимизации развития, в результате чего пользователь получает не только оптимальный вариант, но и 10 конкурентоспособных вариантов;
- простой и быстрый всесторонний анализ технических показателей и критериев надежности электроснабжения для конкурентоспособных вариантов;
- удобную и быструю корректировку информации в процессе проведения анализа и оптимизации;
- возможность определения чувствительности и матрицы риска при разных прогнозах в условиях неоднозначности информации;
- отбор информации о результатах анализа для предоставления ее руководителям разного уровня, принимающим решения.



- 1 — часть суммарных затрат, обусловленная ранее принятыми решениями;
2 — затраты и капиталовложения.

Рис. 1. Стадии развития объекта

Семейство программ LDM

В настоящее время ЛММЭ проводит следующие методологические исследования:

1. Концепция оптимизации развития электрических сетей в условиях свободного рынка электроэнергии.
2. Оптимизация надежности электрических сетей в условиях свободного рынка электроэнергии.

Кроме этого, ЛММЭ проводит практические исследования: разработку, тестирование и внедрение программ динамической оптимизации электрических систем и сетей, как инструментария в рамках новой технологии управления. Для этого предусмотрено разработать целое семейство программ LDM:

1. LDM-VZ – для сетей среднего и низшего напряжения.
2. LDM-AV – для сетей среднего и высокого напряжения.
3. LDM-AVE – для сетей среднего и высокого напряжения и подстанций.
4. LDM-ES – для энергосистем.

В 2001 – 2004 гг. ЛММЭ разработала следующие программы (для ПК):

LDM VZ – программа технико-экономического анализа низковольтных и сетей среднего напряжения, предусмотренная для реконструкции и планирования новых объектов, а также трансформаторов (20/0,4 или 10/0,4), и анализа эффективности капиталовложений в условиях неоднозначности информации, используя в качестве критерия приведенные затраты (NPV) и динамическую оптимизацию сети.

LDM AVE – дающая возможность: анализировать сети с напряжением 330 – 110 кВ, с учетом присоединения электрических станций; решать проблемы реконструкции среднего напряжения. Программа LDM AVE может использовать базу данных Латвэнерго (данные о рабочих режимах распределительных сетей).

Обе программы написаны на языке *DELPHI*, что дало возможность реализовать все вышеизложенные принципы построения технологии.

Системы имеют возможность рассмотреть 2 – 4 ступени номинального напряжения, например 0,4/10(20) кВ, 10(20)/110/330 кВ. Системы имеют базу данных, связанную с внешними базами данных. Главные блоки системы следующие:

Блок **Технического анализа.**

Блок **Экономического анализа.**

Блок **Оптимизации.**

Блок **Принятия решений.**

В *LDM* применяют как оценочные, так и оптимизационные подпрограммы. Оценочные программы используют для анализа заданных пользователями вариантов развития. Оптимизационные программы автоматически находят оптимальный вариант.

Помимо вышеперечисленного, обе программы производят расчет: нагрузок линий и трансформаторов, потерь мощности и энергии, надежности электроснабжения потребителей, ежегодных и суммарных затрат, срока окупаемости капиталовложений и др. С 2004 года программы дополнены методами и критериями оценки вариантов, для ввода схем стали использоваться сканированные карты. Созданные ЛММЭ модели используются для анализа развития Латвийской энергосистемы.