

«Суперфеникса», следует отметить исследования больших и малых течей воды в парогенераторах. На стенде больших течей проведен эксперимент, при котором в натрий поступило 160 кг воды и еще 60 кг за счет вторичных разрушений вследствие случайного повреждения труб. Сооружен стенд для ресурсных испытаний вращающихся частей насоса «Суперфеникса»,

в том числе и в условиях сейсмических нагрузок. Эта программа должна быть закончена в конце 1979 г.

В целом программа работ по быстрым реакторам в Италии направлена на быстрейшее внедрение энергетических быстрых реакторов в энергетику страны.

АРХИПОВ В. М.

## Конференции, симпозиумы

### Симпозиум по иерархии в больших системах энергетики

Всесоюзный симпозиум, организованный Научным Советом по комплексным проблемам энергетики АН СССР и Сибирским энергетическим институтом СО АН СССР, состоялся в сентябре 1978 г. в Иркутске.

Построение рациональной иерархии управления большими системами энергетики — одна из центральных и методически наиболее сложных в теории управления проблем. Вместе с тем она имеет большое практическое значение, поскольку постоянное совершенствование механизма централизованного управления народным хозяйством и всеми его звеньями (в частности, энергетикой) — неотъемлемая черта социалистического способа производства.

В проводимых исследованиях изучается природа иерархической организации больших систем энергетики, разрабатываются принципы построения рациональной иерархии систем и задач управления ими на разных временных этапах и иерархических уровнях, создаются методы согласования решений в сложной иерархии математических моделей, в том числе при неоднозначности исходной информации. Акад. Л. А. Мелентьев в докладе, сделанном на пленарном заседании, отметил, что изучать и совершенствовать структуру управления большими системами энергетики нельзя в отрыве от иерархии управления народным хозяйством в целом. В основу иерархической структуры положены производственный и территориальный признаки. При этом главные большие системы в энергетике (межотраслевая — общенергетическая и входящие в нее функциональные — отраслевые) подразделяются территориально по основным уровням (страна — районы — узлы энергообеспечения — предприятия), создавая единую иерархическую совокупность вертикально и горизонтально расположенных и относительно автономно функционирующих больших систем. Если представить такую же схему по иерархии задач управления, то она имела бы пирамидальный вид. На ее верхнем уровне находятся задачи управления развитием общенергетической системы, т. е. общие задачи формирования пропорций развития энергетического хозяйства, далее располагаются более конкретные задачи развития и эксплуатации отдельных функциональных систем как единого хозяйственного целого. Одной из таких задач является развитие ядерной энергетики страны, затем еще более конкретные задачи развития и эксплуатации локальных систем их подразделений (например, АЭС). Этой пирамидальной иерархии задач управления должна соответствовать аналогично построенная информационная система.

Особое внимание Л. А. Мелентьев обратил на то, что объектом исследования являются иерархические структуры реальных систем, а не абстрактно представляемая и произвольно формируемая исходя из удобства наблюдения иерархия информационных связей.

Работа симпозиума проводилась по трем секциям.

Первая секция — «Иерархия управления развитием больших систем энергетики». Этой теме было посвящено 19 докладов, из них в 12 рассматривались реальные иерархии систем, в 4 — способы согласования решений в анализе реальной иерархии. И при решении задач реальной иерархии речь идет о нахождении не оптимальных, а хотя бы допустимых решений. Для обсуждения на первой секции были предложены следующие вопросы: какой временной уровень управления (планирование, хозяйственное или оперативное-диспетчерское управление) следует принять в основу формирования иерархии больших систем энергетики, какие задачи управления — оптимизационные или реализации решений — являются при этом основными, какие главные аспекты управления определяют структуру иерархии, каковы принципы согласования решений в реальной иерархии управления развития энергетики и требования, предъявляемые к математическим методам и моделям согласования иерархических решений.

На второй секции — «Иерархия хозяйственного и диспетчерского управления большими системами энергетики» — обсуждалось 12 докладов, посвященных иерархии управления, межотраслевому взаимодействию, иерархии и взаимодействию математических моделей, системам оперативного управления.

На третью секцию — «Математические модели и методы согласования решений в иерархических системах» — было представлено 9 докладов о применении имеющихся подходов — теории неантагонистических игр, моделей экономического равновесия, программно-целевого подхода, системно-информационного метода, об использовании математического программирования, предназначенного для оптимизации и реализации решений в реальных условиях функционирования больших систем энергетики.

Управление большой системой энергетики неизбежно требует участия человека. При этом необходима высокая степень автоматизации этого процесса, так как если даже человек будет располагать всей необходимой информацией о состоянии отдельных элементов и всей системы в целом, он не всегда сможет выбрать из нее наиболее значимую, принять и реализовать правильное решение. Кроме того, управление возможно лишь при наличии критериев эффективности, поэтому всей задаче должен предшествовать выбор иерархии критериев.

Задачу дальнейших исследований в области иерархической структуры больших систем энергетики можно сформулировать следующим образом. 1. Продолжать углубленно изучать опыт управления иерархической структурой больших систем энергетики СССР и других социалистических стран, а также критически осмыс-

ливать опыт управления национализированными системами энергетики в капиталистических странах. Серьезное внимание следует уделить ведущему звену управления — хозяйственному. 2. Обобщать этот опыт и разрабатывать наиболее разумные варианты возможной структуры, оценивать их под углом зрения эффектив-

ности управляемых систем, создавать на этой основе соответствующие практические рекомендации.

Труды симпозиума опубликованы Сибирским энергетическим институтом СО АН СССР.

ТРЕХОВА Н. А.

## Совещание по большим токамакам

В сентябре 1978 г. в Париже проходило совещание технического комитета МАГАТЭ по инженерным проблемам экспериментов на больших токамаках, на котором обсуждался ход проектирования и сооружения крупных термоядерных установок типа токамак, а также сообщалось о намеченных к строительству других крупных установках. На восьми секционных заседаниях рассматривались отдельные инженерные проблемы. В совещании участвовали 77 специалистов из 16 стран, представители фирм, разрабатывающие и поставляющие оборудование для токамаков.

**TFTR (США).** Проект установки завершен, пуск ее намечен на конец 1981 г. Стоимость проекта — 239 млн. долл., к концу 1978 г. освоено 166 млн. долл. Успехи, достигнутые в последнее время на PLT, повлияли на идеологию TFTR. В настоящее время разработана программа усовершенствования установки. Целью ее является повышение пиковой мощности реакции синтеза и удлинение импульса разряда. Мощность инжектируемого пучка быстрых атомов предполагается повысить с 20 до 45 МВт. За счет этого мощность реакции синтеза достигнет 75 МВт вместо 18 МВт. Сейчас полным ходом идут строительные работы, закуплена значительная часть технологического оборудования.

**JET (Евратом).** После официального одобрения министрами Европейского экономического сообщества проект стал независимым предприятием. В октябре 1977 г. одобрено место сооружения — рядом с Калэмской лабораторией (Великобритания). Стоимость проекта на 5 лет его сооружения (к началу 1983 г.) составит 123 млн. ф. ст. Строительный проект из-за задержки выбора места сооружения выпускается с опозданием. В ближайшее время предполагается разместить заказы на 80% оборудования.

**JT-60 (Япония).** Проект находится в стадии завершения. Выбранная строительная площадка еще окончательно не оформлена. В апреле 1978 г. фирме «Хитачи» выдан контракт на изготовление установки. Стоимость всего комплекса оценивается в 700 млн. долл. Сооружение установки должно завершиться в 1982 г. Первая фаза экспериментов предполагает инжекцию нейтральных пучков быстрых атомов мощностью 12 МВт, вторая (1984 г.) — 80 МВт.

**T-10M (СССР).** Проект комплекса находится в стадии завершения. В качестве сверхпроводящего материала для обмотки тороидального поля выбран сплав Nb<sub>3</sub>Sn-ниобий-олово. Это позволяет надеяться получить большее, чем предполагалось ранее, тороидальное магнитное поле — 4,5—5 Т вместо 3,5 Т. Сооружение установки намечено завершить в 1983 г.

На совещании рассматривались и другие проекты: SLPX (сверхпроводящий длинноимпульсный эксперимент), США, Принстон; LPTT (длинноимпульсный технологический токамак), США, Ок-Ридж; JT-4, Япония; Torgu II Supra — Франция и др. Из них следует выделить SLPX, так как по проекту эта уста-

новка будет следующим поколением по сравнению с TFTR. При сооружении последней для нее резервируется площадка. Установка будет иметь ниобий-оловянные сверхпроводящие тороидальные обмотки, создающие магнитное поле на оси тора 7,2 Т. Параметры установки:  $R = 3,5$  м;  $a = 0,7 \div 0,95$  м;  $a/a = 1,6$ ;  $I = 3 \div 5$  МА. Длительность импульса  $\sim 100$  с. Целью создания установки является демонстрация работоспособности сверхпроводящей магнитной системы в условиях, близких к реакторным, получение длительного плазменного цикла с термоядерными параметрами. Сооружение предполагается закончить в 1986 г.

На совещании работали секции диагностики; магнитных систем; систем питания; защиты, дистанционного управления и обслуживания; режимов работы и дополнительного нагрева; вакуумных систем; управления и обработки данных; организации строительства и гарантий качества.

Новые методики диагностики плазмы не обсуждались, так как по общему признанию запланированные диагностические комплексы и без того достаточно велики и обеспечивают потребности эксперимента. Во всех проектах предусмотрена полная автоматизация процесса сбора и обработки экспериментальной информации. Результаты, полученные на PLT, заставили проектантов доработать проекты в сторону увеличения длительности рабочего импульса и мощности дополнительного нагрева. Во всех проектах рассматривается возможность применения различных типов высокочастотного нагрева наряду с инжекцией нейтральных пучков атомов. Уточнение проектов магнитных систем в течение 1977—1978 гг. шло по линии обеспечения больших  $\beta$ . В проекте JET, например, это привело не только к увеличению меди в обмотках, но и к повышению сечения стоек магнитопровода. Во всех проектах уточнены силы, действующие на обмотки, и усилены механические структуры.

Установки TFTR и JET предназначены для работы на смеси дейтерия с тритием. Это потребовало тщательной проработки защиты и средств дистанционного управления. JET располагается в зале, имеющем бетонную защиту толщиной 2,5 м. TFTR, кроме защиты зала, где она расположена, окружена защитным шалашом (иглу) из бетона толщиной 1,2 м. Эта защита упрощает обслуживание диагностического оборудования. Требования дистанционной переборки установок существенно сказываются на конструкции отдельных элементов и узлов, т. е. они проектируются совместно с приспособлениями для дистанционной переборки. Все дистанционные операции тщательно отработываются на моделях. Применительно к TFTR разработано и испытывается около 20 таких моделей, стоимость одной из них зачастую превышает миллион долларов.

Работы по созданию системы управления комплексом TFTR идут со значительным опережением по сравнению с другими системами. В настоящее время закуплены 13 ЭВМ. Полным ходом идет разработка перифе-