

А.И.Железняк, ст.науч.сотр., Н.К.Сенчук, канд.техн. наук  
(Бел ЭНИН)

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ РЕМОНТНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Планирование ремонтно-технического обслуживания электросетей – сложная комплексная проблема, при решении которой необходимо учитывать большое число технических и экономических показателей, характеризующих техническое состояние и ремонтпригодность электрооборудования, а также различные ограничения на проведение ремонтно-эксплуатационных работ. Затраты на ремонтное обслуживание в энергетике достигают сорока процентов от ежегодных капиталовложений в развитие отрасли и имеют тенденцию к постоянному повышению.

Ежегодно в электрических сетях для выполнения комплексных, капитальных, текущих и аварийных ремонтов, для проведения реконструктивных, расширительных и профилактических работ производится масса отключений различного оборудования и на различные сроки. Помимо этого на оборудовании проводятся работы, не связанные с отключением. Вывод электротехнического оборудования в ремонт снижает надежность электроснабжения, а в некоторых случаях приводит к недоотпуску электроэнергии, ухудшению ее качества, вызывает ее перерывы в электроснабжении потребителей. Практика совмещения по времени проведения ремонтных, профилактических и других работ на одном присоединении позволяет до некоторой степени снизить число отключений в энергосистеме и сократить ущерб от недоотпуска электроэнергии потребителям. Однако совмещение во времени ремонтов оборудования ограничено ввиду снижения надежности энергосистемы при большом числе и длительности отключений, а также ввиду ограничений по наличию сил, средств и ресурсов электросетевых предприятий.

Основной задачей ремонтного обслуживания электросетей является обеспечение максимальной эксплуатационной готовности оборудования с минимумом затрат. Одним из путей уменьшения отрицательного влияния вывода оборудования в ремонт на качество и надежность электроснабжения является четкое планирование количества и длительности ремонтных работ, согласованное отключение ВЛ и оборудования подстанций, увязка планов работ между различными подразделениями и службами

электросетей, выбор из множества вариантов планов ремонтов наилучшего. При этом следует помнить, что в условиях ограниченного наличия ресурсов на выполнение ремонтов необходимо распределить их таким образом, чтобы получить максимальный эффект.

Сложность процессов планирования и управления ремонтами определяет необходимость их автоматизации, т.е. привлечения для решения этих проблем вычислительной техники.

При автоматизированном планировании ремонтов ВЛ и оборудования подстанций необходимо решать ряд задач, которые по своему функциональному назначению целесообразно объединить в комплексы. Структурная схема связей комплексов задач приведена на рис. 1.

Важнейшим элементом автоматизированной системы планирования ремонтно-технического обслуживания является нормативно-справочное обеспечение задач. Здесь необходимо выделить два аспекта – внешнее и внутреннее обеспечение. Первую часть составляют методические указания по планированию ремонтов, унифицированные входные и выходные документы, классификаторы, справочники, нормативы на выполнение работ и т.п. Разработкой и ведением этих материалов должны заниматься специализированные организации (ЦДУ ЕЭС

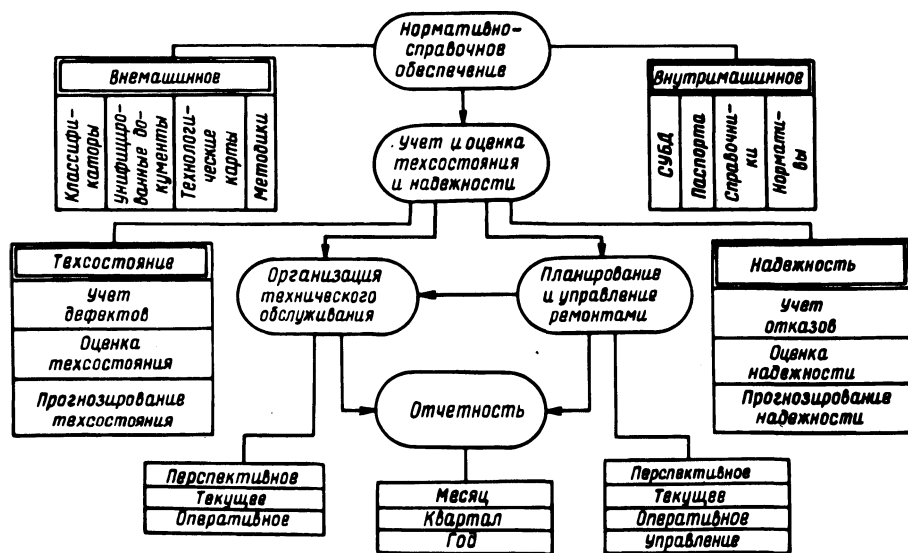


Рис. 1. Автоматизированная система планирования ремонтно-технического обслуживания электрических сетей.

СССР, Союзтехэнерго, ЦКБэнерго) при участии организаций – разработчиков АСУ.

К внутримашинному обеспечению относятся вопросы адаптации баз данных системы управления базами данных, предварительная обработка, хранение на машинных носителях и ведение паспортных данных, нормативов и справочников для решения комплексов задач АСУ энергоремонта.

Не имея сведений о техническом состоянии и надежности электросетей, невозможно выбрать оптимальный вариант плана ремонтов и тем самым наилучшим образом распределить имеющиеся ресурсы на повышение надежности электроснабжения потребителей. Следовательно, второй составляющей автоматизированной системы планирования ремонтов сетей является информационно-справочная система о надежности и техническом состоянии электросетей, функции и задачи которой рассмотрены в [1].

Третьей составляющей рассматриваемой системы будет непосредственное планирование и управление ремонтами электросетей, включающее в себя: перспективное (на 8–10 лет), текущее (на год) оперативное (на месяц) планирование и управление ремонтными работами.

При перспективном планировании на основании нормативов и требований о выполнении планово-предупредительных ремонтов составляются многолетние графики капитальных ремонтов. По мере необходимости сроки вывода в ремонт отдельных объектов электросетей корректируются с учетом их технического состояния. При этом следует стремиться к равномерному распределению суммарных объемов работ по годам. По укрупненным нормативам определяются потребности в материалах, механизмах и трудовых ресурсах по годам рассматриваемого периода, рассчитываются ожидаемые технико-экономические показатели ремонтов на перспективу.

Текущее планирование включает задачи уточнения объемов ремонтных работ, подлежащих выполнению в рассматриваемом году; выбора оптимального объема работ и перечня ремонтируемых объектов с учетом ожидаемого наличия ресурсов; расчета количества и длительности ремонтных отключений; выбора конкретных месяцев вывода в ремонт объекта по критерию минимума приведенных затрат [2]; расчета потребности в ресурсах по месяцам года и показателей надежности и экономичности для выбранного варианта плана ремонтов.

Функциями оперативного планирования ремонтов является уточнение и выбор оптимального, с учетом ограничения по

располагаемым ресурсам, объема работ для месячного планирования; составление месячного плана работ и использования механизмов, материалов и трудовых ресурсов с учетом ограничений; подготовка планов-заданий для ремонтных бригад.

Управление ремонтами предполагает осуществление контроля за ходом ремонтной кампании, оперативную коррекцию ранее составленных планов и графиков с учетом их выполнения, подготовку суточных заданий для ремонтно-эксплуатационного персонала и оперативное перераспределение ресурсов при выявлении критических работ.

Наряду с ремонтами энергосистемы выполняют большой объем работ по техническому обслуживанию (ТО) электросетей. К ним относятся обходы и осмотры ВЛ и оборудования, замер загнивания древесины опор, замер сопротивления изоляции и соединений, отборы проб масла на анализ, чистка и покраска металлоконструкций и т.п. Периодичность выполнения работ ТО различна - от нескольких раз в год до 2 - 3 лет. Следовательно, при их планировании необходимо составлять перспективные, текущие и оперативные графики.

Порядок составления перспективных графиков технического обслуживания аналогичен перспективному планированию капитальных ремонтов. При составлении годовых графиков техобслуживания необходимо иметь в виду, что некоторые работы ТО должны быть выполнены до начала ремонта (обход и осмотр, замер загнивания древесины, испытание изоляции и т.д.), часть выполняется совместно с ремонтными работами, а для остальных безразлично до или после ремонта они будут выполнены. Следовательно, годовой график ТО должен составляться после расчета годового графика ремонтов, а работы ТО по выявлению объемов ремонта необходимо планировать до начала выполнения ремонтных работ. В остальном годовые графики ТО составляются аналогично графикам ремонтов, т.е. с учетом располагаемых ресурсов определяется оптимальный годовой объем работ ТО и распределяется по месяцам.

Условие первоначального выполнения работ ТО или их совмещение с ремонтными работами необходимо учитывать и при составлении месячного графика техобслуживания.

После окончания ремонта и ТО персоналу предприятий электросетей приходится отчитываться о выполненных работах и израсходованных трудовых и материальных ресурсах. С целью освобождения его от этой работы предлагается ее автоматизировать. Входным документом может являться предлагаемая в

[1] "Ведомость дефектов" или карты ремонтов, которые должны содержать подробные сведения о выполненных работах и израсходованных при этом ресурсах.

### Л и т е р а т у р а

1. Александров В.Н., Сенчук Н.К. Вопросы сбора информации о техническом состоянии воздушных линий электропередач. - См.: наст. сборник, с.00-00. 2. Комплекс программ для планирования ремонтов электротехнического оборудования энергосистем/ Е.П.Забелло, Н.К.Сенчук, В.С.Урбанович, А.И.Железняк. - В сб.: Автоматические и автоматизированные системы управления в электроэнергетике. И.: ЭНИНа, 1977, вып. 60. с.124-127.

УДК 621.315.1:621.3.019.3

В.Н.Александров, инженер, Н.К.Сенчук, канд.техн.наук  
(БелЭНИН)

### ВОПРОСЫ СБОРА ИНФОРМАЦИИ О ТЕХНИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Надежность электроснабжения потребителей в значительной степени обусловлена техническим состоянием воздушных ЛЭП, которая в свою очередь зависит от состояния их элементов - опор, проводов, устройств грозозащиты, изоляции и т.п. За время эксплуатации линии, в основном под действием атмосферных условий, происходит старение элементов, физические характеристики их ухудшаются, что приводит к возрастанию потока отказов элементов и к увеличению объемов ремонтно-восстановительных работ. В среднем затраты на ремонты и техническое обслуживание 1 км воздушных линий напряжением 35 кВ и выше составляют порядка 3,7 тыс. рублей в год. Для правильного планирования состава и объемов ремонтных работ, срока вывода линии в текущий или капитальный ремонт, определения требуемых ресурсов необходимо иметь достаточно полное представление о техническом состоянии каждой линии. Это позволит оптимальным образом направить ограниченные ресурсы предприятий электрических сетей (ПЭС) на повышение или поддержание на необходимом уровне надежности электроснабжения потребителей.