

# ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ РЕМОНТОВ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

А.В. Кортунков

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

Современный этап развития производства оборудования для электростанций характеризуется ускоренными темпами научно-технического прогресса, разработкой и внедрением новых технических решений, ростом производственных мощностей, усложнением логистики производства. Рост производственных сил вызвал потребность разработки и внедрения научных методов организации и, как следствие, совершенствования системы управления производством. Как известно, в энергетике оптимальность решений определяется эффективностью производства, поэтому одной из важнейших задач планирования ремонтов является распределение объемов профилактических работ на основном оборудовании электростанций в течение года в пределах заданного резерва мощности предприятий. Планирование вывода в ремонт оборудования электрических станций определяет изменение режима работы всей системы электроснабжения. Следствием вывода агрегатов в ремонт является перераспределение нагрузки между работающими агрегатами, дополнительным притоком мощности по линиям электропередачи, увеличению расхода топлива по системе электроснабжения в целом. Нерациональное планирование ремонтов приводит к снижению мощности резервов и перерыву в электроснабжении потребителей, снижению надежности работы системы в целом и, как следствие, к серьезному ущербу. Неравномерное распределение объемов ремонта в течение года сбивает ритмичность работы ремонтных предприятий и вызывает простой специализированного персонала. Вышеназванные факторы снижают эффективность работы системы электроснабжения. Таким образом, критерием оптимальности планирования ремонтов основного оборудования электрических станций будет являться минимизация затрат, включающих издержки на перерасход топлива, ущерб от перерывов в электроснабжении потребителей и траты вследствие снижения производительности ремонтного персонала. Практика эксплуатации систем электроснабжения показывает, что в настоящее время недостаточно учитывать отдельные критерии, так как затраты вследствие снижения производительности ремонтного персонала и ожидаемые ущербы от перерывов электроснабжения в сумме соизмеримы с затратами на перерасход топлива [1].

Оптимизация плана ремонтов без учета указанных факторов дает частичное решение проблемы и не удовлетворяет существующим требованиям. Использование известных оптимизационных математических методов для планирования ремонтов является весьма затруднительным из-за больших затрат машинного времени и высокой сложности практической реализации алгоритмов. В связи с этим актуальной задачей является анализ методов и разработка алгоритмов оптимального планирования ремонтов по указанным критериям, рентабельных в плане реализации и требующих минимум времени ЭВМ.

Для решения поставленной задачи мною было проанализировано несколько источников информации. Всего было найдено пятнадцать программных продуктов разных производителей. Предлагаю ознакомиться с некоторыми из них подробнее.

Первый программный комплекс, который я обнаружил в сети – это продукт ООО «СМС Информационные технологии» под названием «АСУРЭО» с подсистемой «Планы ремонтов» [2]. Автоматизированная система работы с графиками ремонтов формируется в следующие типы:

1. график ремонтов для энергетического оборудования;
2. график ремонтов для электротехнического оборудования и ЛЭП;
3. график технического обслуживания для устройств РЗА;
4. график технического обслуживания для устройств СДТУ.

Периоды планирования данного продукта – год и месяц, также возможно создание предварительного годового графика для энергетического оборудования и создание месячного графика на основе годового.

Данной программой пользуется ОАО «Системный оператор». Недостатком данного продукта является то, что она не учитывает большого количества факторов состояния энергетического оборудования, которые влияют на планирование ремонтов. Достоинством данной программы является обеспечение полного автоматизированного обмена графиков ремонтов между энергетическими предприятиями в рамках единой информационной среды.

В 2008 году отечественная компания ООО «РСМ-системы» зарегистрировала в Федеральной службе по интеллектуальной собственности программный комплекс под названием «RealMaint» – это система управления эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом оборудования [3]. Компания «РСМ-системы» одна из первых начала внедрять в программные продукты самую популярную в теории обслуживания методiku обслуживания по надежности, которая эффективно реализована во многих западных энергетических компаниях. Методика известна во всем мире как Reliability-centered Maintenance, или RCM (обслуживание по надежности). Также в «RealMaint» осуществлены следующие современные и продуктивные методологии в области управления надежностью и ремонтами оборудования. RCA – Root Cause Analysis (анализ основных причин), RBI — Risk Based Inspection (инспектирование оборудования с учетом факторов риска).

Как утверждают создатели программного продукта, их система имеет ряд существенных отличий от имеющихся на рынке конкурентов:

- Система предназначена не столько для поиска того, на чем можно сэкономить (классическое предназначение систем технического обслуживания и ремонтов (ТОиР)), сколько на принятие лучшего в сложившихся условиях решения – во что вкладывать деньги, что и когда конкретно надо делать с учетом существующих ограничений, каковы риски и как их компенсировать.
- В системе сделан акцент на решения задач планирования воздействий на оборудование с целью достижения требуемого уровня надежности. Автоматизация этой задачи приносит максимальный эффект, т.к. влия-

ет непосредственно на точность и обоснованность принимаемых решений в вопросах выделения денег на замены и ремонты.

- В нашем решении естественным образом учтен тот факт, что эксплуатация и ремонт оборудования ведется не само для себя, а в рамках более крупных процессов – производства, добычи, транспортировки, в которые вовлечены многие участники: поставщики, потребители, внешние подрядчики. Все решения в области ТОиР принимаются с учетом требований обеспечения надежности общего производственного процесса.

К недостаткам данной программы необходимо отнести то, что программный продукт не учитывает перетоки мощности по линиям электропередачи, увеличение расхода топлива по системе электроснабжения в целом и т.д. Также к недостаткам следует отнести тот факт, что программный продукт «RealMaint» занимает большой объем оперативной памяти в операционной системе.

Еще одним интересным продуктом компании «Бизнес Технологии» является программный комплекс Global-EAM [4], который предназначен:

1. для автоматизации планирования работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования;
2. для обеспечения административного, оперативного и ремонтного персонала оперативной и ретроспективной информацией, необходимой для принятия решений при проведении работ по ТО и ремонту оборудования;
3. для накопления полученных от специалистов сведений об оборудовании, его истории и особенностях его эксплуатации, а также для систематизации, наглядного представления и централизованного хранения таких сведений;
4. для автоматизации получения аналитических отчетов и типовых документов по принятым формам;
5. для хранения и предоставления данных с целью оценки и прогноза технического состояния оборудования;
6. для накопления информационной базы, содержащей сведения об оборудовании и его истории, с целью последующего перехода к ремонтам оборудования с учетом его состояния.

Данная программа планирует ремонты оборудования по генетическому алгоритму, но не учитывает перетоки мощности по линиям электропередачи, увеличение расхода топлива по системе электроснабжения в целом и т.д.

Современные программные продукты позволяют комплексно учесть факторы, влияющие на работу оборудования электростанций и позволяющие определять их экономически целесообразные режимы работы.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Усачев С.С. Оптимизация плана ремонтов основного оборудования электрических станций: дис. канд. тех. наук.: 05.14.02. – Ташкент, 1984.

2. Единая система для планирования ремонтов на всех уровнях оперативно-диспетчерского и оперативно-технологического управления // URL: <http://www.asureo.ru/p/repair-planning.html> (дата обращения 10.08.2017).
3. Программный Комплекс «RealMaint» // URL: <http://www.rcm-systems.ru/solutions/1216/> (дата обращения 10.08.2017).
4. GLOBAL-EAM. Система управления техническим обслуживанием и ремонтами // URL: <http://global-eam.ru/> (дата обращения 10.08.2017).

Научный руководитель: А.В. Варганова, к.т.н., доцент, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова.

## **ВЫБОР СПОСОБА ЭКВИВАЛЕНТИРОВАНИЯ РАЗОМКНУТОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ПРИ УСЛОВИИ НЕИЗМЕННОСТИ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ**

Ю.С. Иманова, А.В. Малафеев

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

Для выбора мероприятий по управлению режимами в разомкнутых сетях 3–10 кВ промышленных предприятий, имеющих значительную протяженность, несколько ступеней распределения и трансформации, зачастую удобно пользоваться расчетными эквивалентами. Это целесообразно при большом количестве возможных оперативных состояний схемы и позволяет обойтись без применения специализированных программ расчета режимов, имеющих высокую стоимость, вследствие чего даже на крупных предприятиях количество рабочих мест с такими программами – одно-два. Критерии неизменности напряжений и токов в узлах примыкания обеспечиваются за счет применения распространенных способов эквивалентирования (см., например, [1]). Эквивалентирование же при инвариантности потерь мощности вызывает определенные сложности, что для разомкнутых сетей обусловлено зависимостью эквивалентной проводимости от распределения нагрузок в непреобразованной схеме.

Наметим два способа получения эквивалентов сети низшего напряжения:

1. схема группами «эквивалентная кабельная линия»-«эквивалентный трансформатор»;
  2. полное эквивалентирование на основе Г-образной схемы замещения.
- Для реализации первого способа выделим три типа присоединений:
3. кабельная линия (КЛ) до распределительной подстанции;
  4. КЛ, питающая трансформатор 10/6 кВ;
  5. КЛ, питающая трансформатор 10/3 кВ.

Рассмотрим результаты эквивалентирования на примере одной из подстанций крупного металлургического предприятия (рис. 1).