

УДК 621.3.051.025

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ OLAP ПРИ АНАЛИЗЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

¹Ожегов А.Н., ²Петропавловский К.М., ¹Головко А.А.

¹ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»), Киров, e-mail: and1111@inbox.ru;

²МУП «Горэлектросеть», Киров

В настоящей статье предложено применять технологии OLAP для анализа показателей надежности кабельных линий напряжением 6/10 кВ в городских электрических сетях. Отмечено, что надежность электроснабжения городов определяется категорией электроприемников. Приведено процентное соотношение мощности электроприемников, относящихся к 1, 2 и 3 категории надежности электроснабжения. Перечислены показатели надежности, которые используются для оценки надежности ЛЭП. Предлагается для работы с показателями надежности применять технологию оперативной аналитической обработки многомерных данных OLAP (On-line Analytical Processing). Приводится описание структуры OLAP системы. Перечислены преимущества и недостатки как OLAP системы в целом, так и различных ее вариантов: ROLAP, MOLAP, HOLAP. Проведен краткий обзор компонентов Microsoft Office, предназначенных для создания OLAP-клиентов: PivotTable Service, PivotTable Reports, PivotTable List.

Ключевые слова: электроснабжение городов, надежность электроснабжения, показатели надежности, OLAP, On-line Analytical Processing

OLAP TECHNOLOGY APPLICATION ANALYSIS RELIABILITY INDICES CABLE LINES

¹Ozhegov A.N., ²Petropavlovskiy K.M., ¹Golovko A.A.

¹Vyatsky State University, Kirov, e-mail: and1111@inbox.ru;

²MUP «Gorelektroset», Kirov

In this paper, we proposed to use OLAP technology for the analysis of indicators of reliability of cable lines with voltage 6/10 kV urban power grids. It is noted that the reliability of electricity is determined by the category of urban power consumers. Powered percentage of power for power consumers, relating to the 1.2 and 3 category of power supply reliability. Listed reliability indices that are used to assess the reliability of power transmission lines. It is proposed to work with the reliability indices to apply the technology for online analytical processing multidimensional data OLAP (On-line Analytical Processing). The description of the structure of OLAP system. The advantages and disadvantages of both OLAP system as a whole and its various options: ROLAP, MOLAP, HOLAP. The brief overview of the Microsoft Office, designed to create OLAP-clients: PivotTable Service, PivotTable Reports, PivotTable List.

Keywords: electricity cities, reliability of power, reliability, OLAP, On-line Analytical Processing

В связи с бурным развитием и перестройкой городов вопросы их электроснабжения остаются весьма актуальными.

Электроснабжение городов осуществляется от энергосистем на напряжении 35, 110 кВ и выше. К подстанциям энергосистемы, расположенным, как правило, по окраинам города, присоединяются распределительные устройства (РТП) на напряжении 10(6) кВ, а к ним – городские трансформаторные подстанции (ТП) 10(6)/0,4 кВ. Передача электроэнергии в городских сетях преимущественно осуществляется по кабельным линиям 10(6) кВ.

Особенностями городских электрических сетей является их непрерывное развитие, обусловленное ростом электропотребления, появлением нового оборудования, увеличением требований к надежности электроснабжения.

Надежность электроснабжения городов определяется категорией электроприемников:

К I категории относятся электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни

людей, нарушение функционирования особо важных элементов городского хозяйства, их мощность составляет 10–15% суммарной мощности всех потребителей. Это электроприемники лечебно-профилактических учреждений, операционных и родовых отделений больниц, котельные первой категории, электродвигатели сетевых и питательных насосов котельных второй категории, водопроводные и канализационные станции, телевизионные станции, ретрансляторы, лифты, музеи государственного значения, центральные диспетчерские пункты электрических и тепловых сетей, сети газоснабжения и наружного освещения. Правительственные здания и учреждения относятся к особой группе электроприемников I категории.

Ко II категории относятся электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к нарушению нормальной деятельности значительного количества городских жителей, их мощность составляет 40–50% суммарной мощности. Это учебные

заведения, медицинские учреждения, аптеки, жилые дома с электроприемниками для приготовления пищи и количеством квартир более 8, дома в 6 и более этажей, общежития, диспетчерские пункты районов и микрорайонов.

III группа – все остальные электроприемники, не относящиеся к I и II категориям.

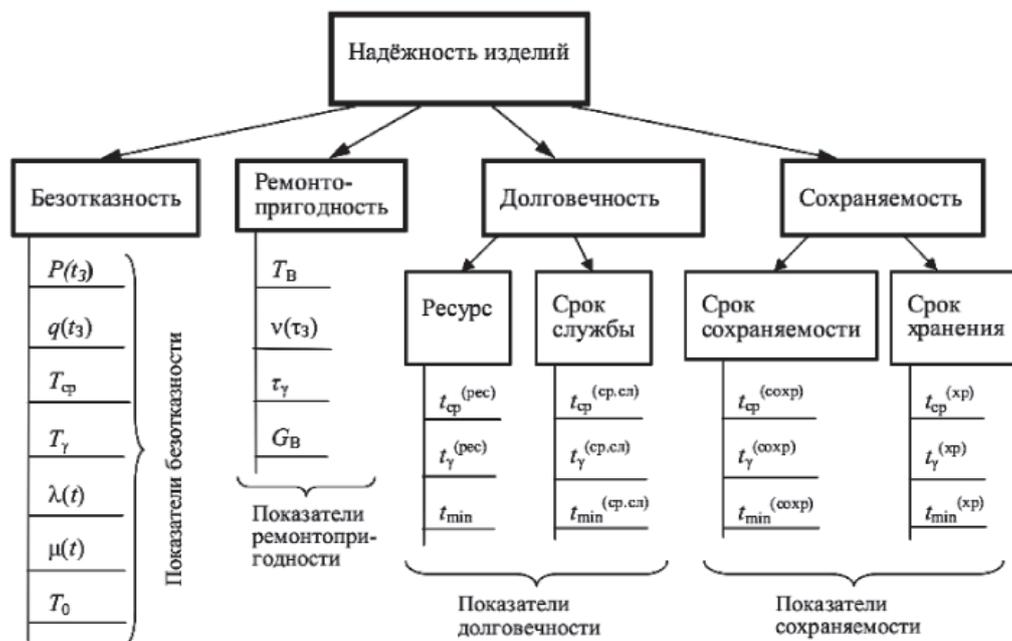
В районах новой застройки города, как правило, потребители I категории составляют 10–15, II категории – 50–60 и III категории – 20–40% суммарной нагрузки, т.е. мощность потребителей I и II категорий составляет 60–80% суммарной нагрузки района.

Надёжность является комплексным свойством, для описания различных сторон этого свойства на практике пользуются показателями надёжности, представляющими собой количественные характеристики одного или нескольких свойств, определяющих надёжность.

На практике используют пять групп показателей: показатели безотказности; показатели ремонтпригодности; показатели долговечности; показатели сохраняемости; комплексные показатели надёжности.

нейших затрат. Поэтому надёжность – это понятие технико-экономическое, поскольку повышение надёжности объекта, как правило, требует дополнительных затрат, связанных с применением материалов и деталей повышенного качества, с созданием резервных элементов. В то же время снижение надёжности ведет к росту ущерба у потребителей, к росту затрат на создание ремонтных служб и запасов деталей для ремонта.

Анализ показателей надёжности связан с обработкой больших объемов информации, которую удобно представить в виде многомерной модели. Для обработки такой информации применяется технология оперативной аналитической обработки многомерных данных OLAP (On-line Analytical Processing) [2]. Многомерная модель позволяет адекватно представить процесс работы с информационными объектами, наглядно описать основные аналитические операции, оптимальным образом построить физическую модель данных для хранения и обработки запросов. OLAP обеспечивает высокую скорость работы с данными при



Основные составляющие и показатели надёжности

Надёжность кабельных линий электропередачи обеспечивается их безотказностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью и долговечностью.

Оценка показателей надёжности кабельных линий электропередачи является обязательной процедурой, выполняемой на этапе проектирования. Актуальность задач по расчету надёжности объясняется тем, что они дают ответ о целесообразности даль-

выполнении аналитических операций, наглядное представление результатов и оперативное построение отчетов.

OLAP позволяет организовать измерения в виде иерархии. Данные представлены в виде гиперкубов (кубов) – логических и физических моделей показателей, совместно используют измерения, а также иерархии в этих измерениях. Некоторые данные заранее агрегированы в базу данных, другие рассчитываются сразу.

Основные составляющие и показатели надежности

Обозначение показателя	Пояснение показателя надежности
Показатели безотказности	
$P(t_3)$	Вероятность безотказной работы за заданное (интересующее) время t_3
$q(t_3)$	Вероятность отказа за заданное время t_3
T_{cp}	Средняя наработка до отказа
T_γ	Гамма-процентная наработка до отказа
$\lambda(t)$	Интенсивность отказов
T_0	Средняя наработка на отказ, кратко – наработка на отказ
Показатели ремонтпригодности	
T_B	Среднее время восстановления изделия. Представляет математическое ожидание времени восстановления
$v(\tau_3)$	Вероятность восстановления изделия за заданное время τ_3
τ_γ	Гамма-процентное время восстановления
G_B	Средние затраты на восстановление изделия. Показывает, сколько в среднем потребуется денежных средств на восстановление работоспособности изделия
Показатели долговечности	
$t_{cp}(\text{рес})$	Средний ресурс изделия. Представляет собой математическое ожидание ресурса изделий рассматриваемого типа
$t_\gamma(\text{рес})$	Гамма-процентный ресурс
t_{min}	Минимальная наработка
$t_{cp}(\text{ср.сл})$	Средний срок службы изделия. Представляет собой математическое ожидание срока службы изделий рассматриваемого типа
$t_\gamma(\text{ср.сл})$	Гамма-процентный срок службы
$t_{min}(\text{ср.сл})$	Минимальный срок службы
Показатели сохраняемости	
$t_{cp}(\text{сохр})$	Средний срок сохраняемости изделия. Представляет собой математическое ожидание срока сохраняемости изделий рассматриваемого типа
$t_\gamma(\text{сохр})$	Гамма-процентный срок сохраняемости
$t_{min}(\text{сохр})$	Минимальный срок сохраняемости

OLAP-куб содержит базовые данные и информацию об измерениях (агрегаты). Куб потенциально содержит всю информацию, необходимую для ответов на любые запросы.

В общем виде структура OLAP-системы состоит из следующих элементов:

– база данных. База данных является источником информации для работы OLAP-системы. Как правило, используются реляционные базы данных, многомерные базы данных, хранилища данных и т.п.;

– OLAP-сервер. Он обеспечивает управление многомерной структурой данных и взаимосвязь между базой данных и пользователями OLAP-системы;

– пользовательские приложения. Этот элемент структуры OLAP-системы осуществляет управление запросами пользователей и формирует результаты обращения к базе данных (отчеты, графики, таблицы и пр.).

В зависимости от метода хранения и обработки данных, все OLAP-системы могут быть разделены на три основных вида.

К этим видам OLAP-систем относятся:

1. ROLAP (Relational OLAP – реляционные OLAP-системы) – этот вид OLAP-системы работает с реляционными базами данных. Обращение к данным осуществляется напрямую в реляционную базу данных. Данные хранятся в виде реляционных таблиц. Пользователи имеют возможность осуществлять многомерный анализ как в традиционных OLAP-системах. Это достигается за счет применения инструментов SQL и специальных запросов.

Одним из преимуществ ROLAP является возможность более эффективно осуществлять обработку большого объема данных. Другим преимуществом ROLAP является

возможность эффективной обработки как числовых, так и текстовых данных.

К недостаткам ROLAP относится низкая производительность (по сравнению с традиционными OLAP-системами), т.к. обработку данных осуществляет сервер OLAP. Другим недостатком является ограничение функциональности из-за применения SQL.

2. MOLAP (Multidimensional OLAP – многомерные OLAP-системы). Этот вид OLAP-систем относится к традиционным системам. Отличие традиционной OLAP-системы от других систем заключается в предварительной подготовке и оптимизации данных. Эти системы, как правило, используют выделенный сервер, на котором осуществляется предварительная обработка данных. Данные формируются в многомерные массивы – OLAP-кубы.

MOLAP системы являются самыми эффективными при обработке данных, т.к. они позволяют легко реорганизовать и структурировать данные под различные запросы пользователей. Аналитические инструменты MOLAP позволяют выполнять сложные расчеты. Другим преимуществом MOLAP является возможность быстрого формирования запросов и получения результатов. Это обеспечивается за счет предварительного формирования OLAP-кубов.

К недостаткам MOLAP системы относятся ограничение объемов, обрабатываемых данных и избыточность данных, т.к. для формирования многомерных кубов, по различным аспектам, данные приходится дублировать.

3. HOLAP (Hybrid OLAP – гибридные OLAP-системы). Гибридные OLAP-системы представляют собой объединение систем ROLAP и MOLAP. В гибридных системах постарались объединить преимущества двух систем: использование многомерных баз данных и управление реляционными базами данных. HOLAP системы позволяют хранить большое количество данных в реляционных таблицах, а обрабатываемые данные размещаются в предварительно построенных многомерных OLAP-кубах. Преимущества этого вида систем заключаются в масштабируемости данных, быстрой обработке данных и гибком доступе к источникам данных.

Преимуществами OLAP являются: предметная ориентированность; многопользовательский режим работы; прямой доступ к данным; сосредоточение необходимых данных в одном месте; удобные средства доступа; удобная навигация по данным; разнообразные инструменты для обработки данных; визуализация информации; online функционирование; простота освоения

и использования сводных таблиц; неизменность данных; хорошая оперативность; быстрая детализация итоговых данных; высокая скорость формирования отчетов; возможность самостоятельного формирования нужных отчетов; отсутствие привлечения программистов.

Недостатками OLAP являются: слабая предрасположенность к произвольному дизайну форм, т.к. OLAP-отчеты – это, как правило, сводные таблицы; выгрузка данных из баз в хранилище, разработка хранилища данных требует высокого уровня знаний специалиста; при своем внедрении требуют достаточно большого объема дополнительных работ.

Таким образом, результаты применения компьютерных аналитических технологий представляют большую ценность при анализе различных данных. В отличие от исследовательских приложений подобные системы должны ориентироваться на непрограммирующего пользователя и на решение конкретных проблем, которые оказываются довольно разнообразными и нередко требуют применения различных подходов.

Рассмотрим несколько практических способов применения OLAP через использование специализированных компонент.

Первым из компонентов Microsoft Office, предназначенных для создания OLAP-клиентов, является набор библиотек PivotTable Service. С одной стороны, он является составной частью Analysis Services и выполняет роль связующего звена между Analysis Services и их клиентами (не обязательно имеющими отношение к Microsoft Office). PivotTable Service может быть установлен отдельно на компьютер, на котором эксплуатируются какие-либо клиенты Analysis Services; для его установки в состав Analysis Services входит отдельный дистрибутив. С другой стороны, PivotTable Service входит и в состав Microsoft Office 2000/XP и при этом может быть использован не только для работы с данными Analysis Services, но и для создания и чтения локальных OLAP-кубов, не имеющих отношения к Analysis Services, как с помощью Microsoft Excel, так и без него.

Вторым компонентом, который может быть использован для просмотра OLAP-кубов, является служба, называемая PivotTable Reports, – средство создания сводных таблиц Microsoft Excel. Это средство позволяет получать, сохранять в кэше в оперативной памяти и отображать на листах рабочих книг двумерные и трехмерные наборы агрегатных данных на основе данных из реляционных СУБД и рабочих книг Excel. PivotTable Reports входит

в Excel начиная с версии 5.0, но возможность считывать с помощью него данные из OLAP-кубов Analysis Services, равно как и создавать локальные OLAP-кубы, впервые появилась в Excel 2000. Отметим, что средство создания сводных таблиц Excel использует библиотеку PivotTable Services.

И, наконец, третьим компонентом, применяемым при создании OLAP-клиентов, является PivotTable List – элемент управления ActiveX, входящий в состав Microsoft Office Web Components и предназначенный для просмотра сечений OLAP-кубов. Применяется он главным образом на Web-страницах, а иногда и в обычных Windows-приложениях.

Кроме анализа показателей надежности технологию OLAP можно успешно применять и в сфере энергосбережения, например при разработке энергосберегающих мероприятий [1, 3, 4, 5].

Список литературы

1. Басманов В.Г., Порошин Д.А., Ожегов А.Н. О причинах необходимости создания системы автоматизированной разработки энергосберегающих мероприятий // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – С. 141.
2. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 384 с.
3. Ожегов А.Н., Бардыш Д.Н. Об алгоритме программы для определения возможности подключения электроприёмника с резкопеременным характером нагрузки к понижитель-

ной подстанции // Международный научно-исследовательский журнал. – 2013. – № 6–1. – С. 78–79.

4. Ожегов А.Н. Анализ параметров качества электроэнергии в узлах энергосистемы по результатам измерений в смежных узлах // Энергетика. Инновационные направления в энергетике. CALS-технологии в энергетике. – 2012. – № 1. – С. 139–143.

5. Ожегов А.Н. Об особенностях расчета эффективности организационных энергосберегающих мероприятий в сетях электроснабжения городских потребителей // Общество, наука, инновации Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция, сборник материалов. – 2013. – С. 2133–2134.

Referenses

1. Basmanov V.G. O prichinah neobходимosti sozdaniya sistemy avtomatizirovannoj razrabotki jenergosberegajushhih meroprijatij / Basmanov V.G., Poroshin D.A., Ozhegov A.N. Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2013. no. 1. pp. 141.
2. Barsegjan A.A., Tehnologii analiza dannyh: Data Mining, Visual Minig, Text Mining, OLAP. 2-e izd., pererab. i dop. / Barsegjan A.A., Kuprijanov M.S., Stepanenko V.V., Holod I.I. SPb.: BHV-Peterburg, 2007. 384 p.
3. Ozhegov A.N., Bardysh D.N. Ob algoritme programmy dlja opredelenija vozmozhnosti podključenja jelektroprijomnika s rezkoperemennym harakterom nagruzki k ponizitelnoj podstancii // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2013. no. 6–1. pp. 78–79.
4. Ozhegov A.N. Analiz parametrov kachestva jelektroenergii v uzlah jenergosistemy po rezul'tatam izmerenij v smezhnyh uzlah // Jenergetika. Innovacionnye napravlenija v jenergetike. CALS-tehnologii v jenergetike. 2012. no. 1. pp. 139–143.
5. Ozhegov A.N. Ob osobennost'jah rascheta jeffektivnosti organizacionnyh jenergosberegajushhih meroprijatij v setjah jelektrosnabzhenija gorodskih potrebitelej // Obshhestvo, nauka, innovacii Vserossijskaja ezhegodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija, sbornik materialov. 2013. pp. 2133–2134.