

УДК 004.652: 621.311.22

## МОДЕЛЬ ДАННЫХ ГЕНЕРИРУЮЩЕЙ КОМПАНИИ ПРИ РАБОТЕ НА ОПТОВОМ РЫНКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И МОЩНОСТИ

Лещев С.А., магистрант гр. ПИМ-191, I курс  
 Научный руководитель: Пимонов А.Г., д.т.н., профессор,  
 Кузбасский государственный технический университет  
 имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Генерирующим компаниям, работающим на оптовом рынке электроэнергии и мощности (ОРЭМ), как впрочем и любым другим организациям, необходимо проводить анализ качества своей работы. Основными критериями качества работы на ОРЭМ являются показатели готовности генерирующего оборудования (ГО) к выработке электроэнергии, которые публикуются Системным оператором (СО) на сайте ОРЭМ [1]. Для крупных генерирующих компаний важно производить анализ и оценку своей работы с различной степенью детализации и агрегации данных. При таком анализе ключевое значение имеет структура дерева генерирующего оборудования и организационная структура хранения отчётных данных.

В основном, структура дерева оборудования (рис. 1) генерирующей компании должна совпадать со структурой оборудования в Modes-Centre или Modes-Terminal [2] (специализированное программное обеспечение (ПО) для обмена между СО и участниками рынка информацией о составе и параметрах ГО).

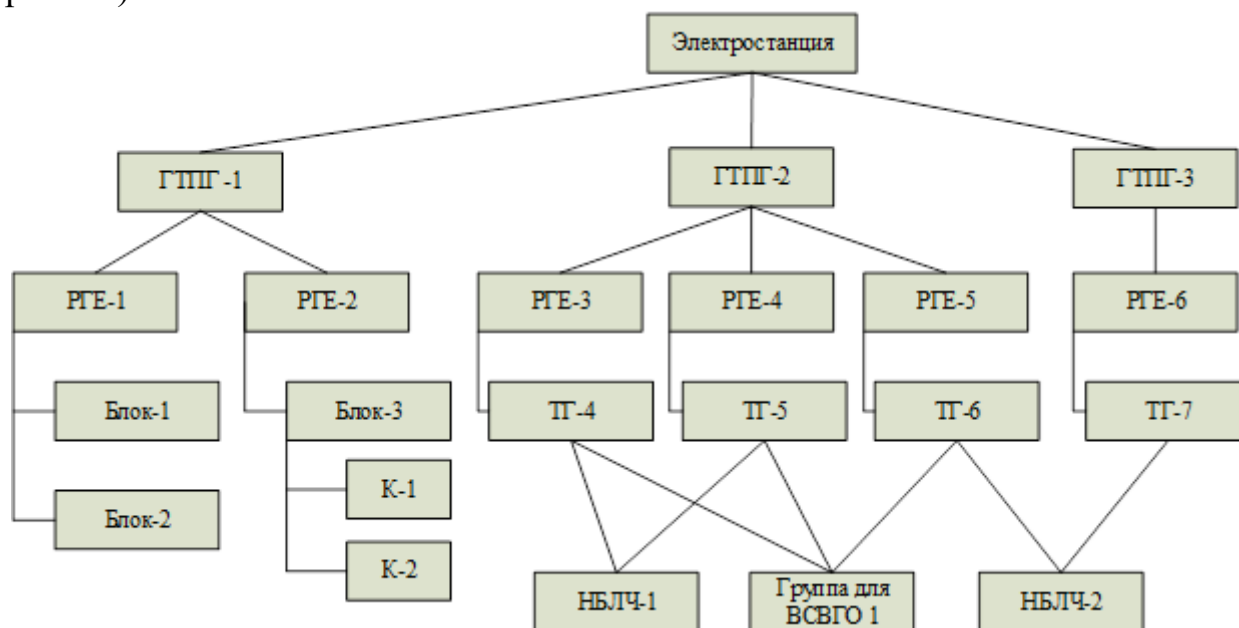


Рис. 1. Дерево оборудования в ПАК Modes-Centre

На рисунке 1 представлены следующие элементы дерева оборудования:

- ГТПГ – группа точек поставки генерации;
- РГЕ – режимная генерирующая единица;
- Блок – единица генерирующего оборудования (ЕГО) блочного типа;
- К-1, К-2 – корпуса дубль-блока;
- ТГ – ЕГО неблочного типа (турбогенератор);
- НБЛЧ – эквивалентная неблочная часть, характеризующая котельное оборудование;
- Группа для ВСВГО – агрегирующая единица, позволяющая задавать ограничения на вынужденный режим работы по ЕГО, входящим в группу.

Для крупных генерирующих компаний возможна также агрегация самих электростанций по нескольким критериям:

- участник рынка – организация, которой юридически принадлежит электростанция;
- филиал – подразделение генерирующей компании, в ведении которого находится электростанция;
- диспетчерский центр – филиал СО, в ведении которого находится электростанция;

Как можно видеть, структура генерирующего оборудования не является обычным деревом, в котором каждый потомок имеет одного родителя: ЕГО являются потомками таких элементов как РГЕ, НБЛЧ, Группы для ВСВГО, при этом ЕГО, входящие в одну ГТП, не обязательно будут относиться к одной НБЛЧ или Группе для ВСВГО. Более того, одна ЕГО может входить в несколько разных Групп для ВСВГО.

Помимо всего прочего, структура оборудования электростанции не является жёсткой. Причины изменения структуры могут быть следующие:

1. ввод в эксплуатацию или вывод из эксплуатации новых ЕГО;
2. выделение ЕГО в новую ГТП или перемещение в уже имеющуюся;
3. слияние нескольких ГТП в одну;
4. выделение ЕГО в новую РГЕ или слияние нескольких РГЕ в одну;
5. создание или удаление Групп для ВСВГО.

Также сами электростанции могут переходить из одного филиала в другой, может измениться собственник или управляющий диспетчерский центр.

Исходя из вышеперечисленных проблем, модель данных генерирующей компании должна обеспечивать возможность гибкого изменения структуры генерирующего оборудования, возможность привязки одного потомка к нескольким родительским объектам, при этом обеспечивать целостность данных и возможность их оперативной обработки.

Также стоит учитывать, что работа на ОРЭМ происходит в нескольких слоях (ВСВГО – среднесрочное планирование режима на четверо суток, РСВ – краткосрочное планирование режима на двое суток, ОУ – оперативное ведение

режима в текущих сутках) [3-5], а также значения показателей готовности имеют три слоя (прогнозные, оперативные, фактические).

С учётом специфики работы генерирующей компании на ОРЭМ, а также того, что основными объектами для контроля показателей готовности являются ЕГО и ГТП, была разработана модель данных, отвечающая всем рассмотренным выше требованиям. Основные элементы модели представлены на рисунке 2.

Модель можно условно разделить на пять групп объектов:

1. GenObject – ключевой объект. Описывает базовые свойства, общие для всех типов генерирующего оборудования (ГО) – Id типа оборудования, код, полное и сокращённое наименование, дату, с которой оборудование учитывается в модели и дату окончания учёта оборудования в модели;
2. Группа объектов, описывающая типы ГО и их взаимосвязь друг с другом (дерево оборудования):
  - 2.1.TypeGenObj – объект устанавливает тип ГО (блок, турбина, ГТП, электростанция, филиал и т.д.);
  - 2.2.LinkGenObj – таблица связей генерирующего оборудования, хранящая связи «родитель-потомок», а также начало и возможное окончание действия связи;
3. Группа объектов, описывающая почасовые данные о составе и параметрах ГО (данные из ПАК Modes-Centre):
  - 3.1.ParamFromModes – содержит непосредственно почасовые данные о составе и параметрах ГО;
  - 3.2.ModesSlice – содержит информацию о различных слоях планирования (BCVГО, РСВ, ОУ);
  - 3.3.ModesParam – содержит информацию о параметрах ГО (коды и наименование параметров);
4. Группа объектов, описывающая параметры и показатели готовности ЕГО (энергоблоков и турбогенераторов):
  - 4.1.ParamEGO\_ActsConst – содержит данные об условно-постоянных параметрах и характеристиках ЕГО (номинальные активные и реактивные мощности, скорости изменения нагрузки и т.д.);
  - 4.2.ParamEGO\_ATS – содержит данные, зарегистрированные в реестрах АТС (маркировка, дата ввода в эксплуатацию, дата проведения последних испытаний и т.д.);
  - 4.3.ParamEGO\_CalcVSVGО – параметры расчётной модели СО (минимальное время работы и простоя, число возможных перепусков, время набора нагрузки);
  - 4.4.ParamEGO\_HourGrmEGO – почасовые показатели готовности ЕГО;
  - 4.5.GrмEGOSlice – слой почасовых показателей.
5. Группа объектов, описывающая параметры и показатели готовности ГТП:
  - 5.1.ParamGTP\_MonthPowerCost – содержит месячные данные по мощности и ценам ГТП;

5.2. ParamGTP\_MonthKoeff – содержит данные по расчётным коэффициентам;

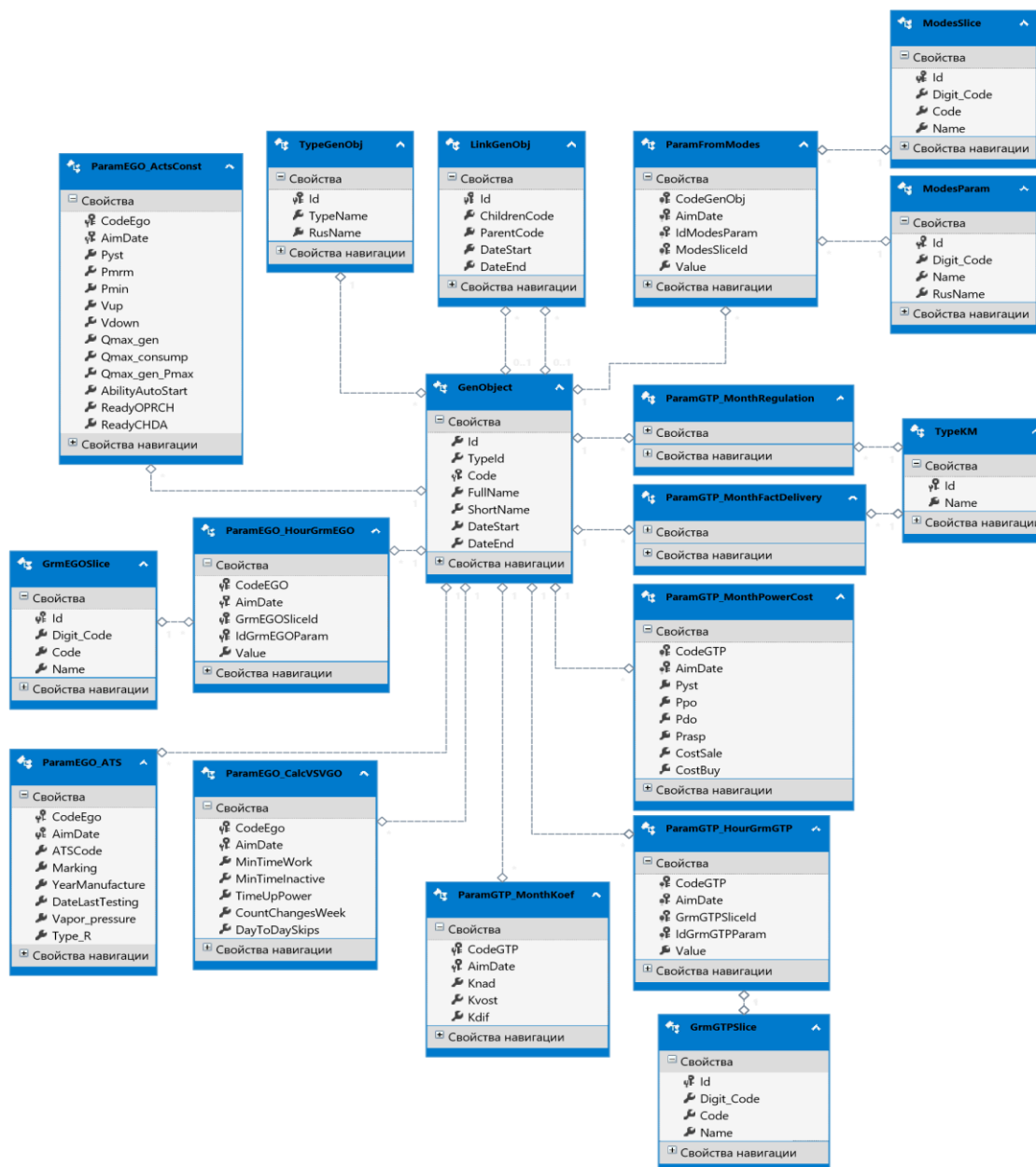


Рис. 2. Модель данных генерирующей компании

5.3. ParamGTP\_MonthFactDelivery, ParamGTP\_MonthRegulation – сводные месячные показатели готовности ГТП;

5.4. ТуреКМ – тип сводных месячных показателей (прогнозные, оперативные, фактические);

5.5. ParamGTP\_HourGrmGTP – почасовые показатели готовности ЕГО;

5.6. GrmGTPSlice – слой почасовых показателей.

Целостность данных обеспечивается хранимыми процедурами MS SQL Server, который используется в качестве СУБД для данной модели. Например, при изменении мощности ЕГО, изменяется также и мощность ГТП, к которой принадлежит данная ЕГО [6, 7].

Предложенная модель данных даёт возможность оперативно вносить изменения в структуру дерева оборудования электростанции, а также удовлетворяет требованиям анализа показателей готовности на разных этапах планирования и слоях отчётности.

### Список литературы:

1. Приложение №13 к Договору о присоединении к торговой системе оптового рынка. Регламент определения объёмов фактической поставленной на оптовый рынок мощности. Дата вступления в силу 01.04.2020 г. Редакция с изменениями, утвержденными Наблюдательным советом от 26.02.2020 г. – 74 с.
2. Руководство Modes-Centre. Том 2 руководство пользователя. // Монитор электрик / Редакция 42 от 29.08.2019 г. – 232 с.
3. Технические требования к генерирующему оборудованию участников оптового рынка. Дата вступления в силу 01.08.2019 г. – 184 с.
4. Порядок установления соответствия генерирующего оборудования участников оптового рынка техническим требованиям. Дата вступления в силу 01.11.2019 г. – 120 с.
5. Приложение №3 к Договору о присоединении к торговой системе оптового рынка. Регламент актуализации расчётной модели. Дата вступления в силу 01.02.2020 г. Редакция с изменениями, утвержденными Наблюдательным советом от 23.09.2019 г. – 34 с.
6. Бен-Ган, И. Microsoft SQL Server 2012. Основы T-SQL / Ицик Бен-Ган; [пер. с англ. М.А. Райтмана]. – Москва: Эксмо, 2015. – 400 с.
7. Карвин, Б. Программирование баз данных SQL. Типичные ошибки и их устранение / Б. Карвин; [пер. с англ. М.А. Райтмана]. – Москва: Рид Групп, 2012. – 336 с.