

KOSJAKOW Aleksiej

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Реферат

В статье описаны особенности применения методологии интеллектуальных электрических сетей (Smart Grid) в магистральных и распределительных сетях. В связи с подобием организации распределительных электрических сетей и систем электроснабжения железных дорог сделан вывод о принципиальной возможности применения методологии интеллектуальных электрических сетей в системах электроснабжения железнодорожного транспорта.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одним из основных направлений развития электроэнергетики является применение методологии интеллектуальных сетей (иначе называемых активно-адаптивными сетями или Smart Grid). Интеллектуальная сеть включает развитие следующих направлений нового строительства и реконструкции объектов электроэнергетики [1]:

- 1) экономически эффективные технологий малой и средней генерации, включая альтернативные источники;
- 2) новое поколение устройств автоматизации;
- 3) информационно-технологические системы для центров управления энергосистем;
- 4) активное электротехническое сетевое оборудование, способное гибко менять характеристики передачи или преобразования электроэнергии с целью оптимизации режимов сети сразу по нескольким критериям: пропускная способность, уровень технологических потерь, устойчивость, перераспределение потоков мощности, качество электроэнергии.

Управляемые электропередачи, благодаря высокому быстродействию силовой электроники, способны оперативно воздействовать на происходящие в электроэнергетических системах процессы, благодаря чему электропередачи превращаются из пассивных средств транспорта электроэнергии в активные устройства управления режимами работы.

Основой интеллектуальных сетей является прежде всего методология распределённого управления режимом электроснабжения. В настоящее время в большинстве стран мира применяется единая вертикально интегрированная диспетчерская система: АСУ ТП подстанции (ПС) – региональный диспетчер (РДУ) – диспетчер энергосистемы (ОДУ) – центральный диспетчер (ЦДУ). Уже с 70-х годов прошлого века имеется тенденция к переходу к распределённому управлению энергосистемой, когда из пассивных систем распределения электроэнергии подстанции

становятся участниками процесса управления режимом электроснабжения, накоплен большой опыт проектирования и эксплуатации таких систем управления [2]. Однако данная тенденция до сих пор незаметна в тяговом электроснабжении железнодорожного транспорта, где режим электроснабжения в основном формируется по графику движения поездов. Особо стоит отметить, что в концепцию интеллектуальных сетей включены электромобили [3], но не железнодорожный транспорт. Это представляется странным с учётом того, что электрифицированная железная дорога является мощным потребителем электроэнергии и по сути мало чем отличается от линейных электросетевых объектов распределённого электроснабжения типа распределительных сетей.

Таким образом, целью настоящей статьи является оценка возможности применения методологии интеллектуальных сетей к составляющим системы тягового электроснабжения – тяговым подстанциям, контактными сетям и электроподвижному составу.

1. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ МАГИСТРАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ

Для управления режимом электроснабжения на тяговой подстанции, как правило, уже имеется базовое оборудование – устройства регулирования под нагрузкой (РПН) трансформаторов. А на тяговых подстанциях с управляемыми преобразователями возможности управления режимом электроснабжения практически не ограничены [4].

Кроме того, на тяговой подстанции принципиально возможна установка специального оборудования для управления режимом электроснабжения – управляемых шунтирующих реакторов и статических тиристорных компенсаторов. Выключатели, как средство формирования схемной ситуации в районе электроснабжения, тоже можно отнести к оборудованию интеллектуальных сетей.

Суть управления в методологии интеллектуальных сетей заключается в следующем – за счёт повышения напряжения на незагруженной подстанции формируется переток мощности на перегруженную подстанцию, на которой наблюдается падение напряжения. При этом возможно формирование новой схемы электроснабжения путём подключения дополнительных линий электропередачи в энергонедостаточном районе.

Реализация предложенной идеи управления режимом электроснабжения в магистральных электрических сетях включает закрепление группы подстанций (ПС) за единым расчётным центром (РЦ), расположенным в радиусе не более 200 км от самой удалённой подстанции группы, с организацией каналов связи по линиям электропередачи (ВОЛС и ВЧ-каналы), либо сетям связи иных собственников (рисунок 1). Источником информации являются трансформаторы тока и напряжения (ТТ и ТН), а средствами управления – устройства РПН и шунтирующие реакторы (ШР). При этом всё оборудование интеллектуальных сетей расположено на территории подстанций.

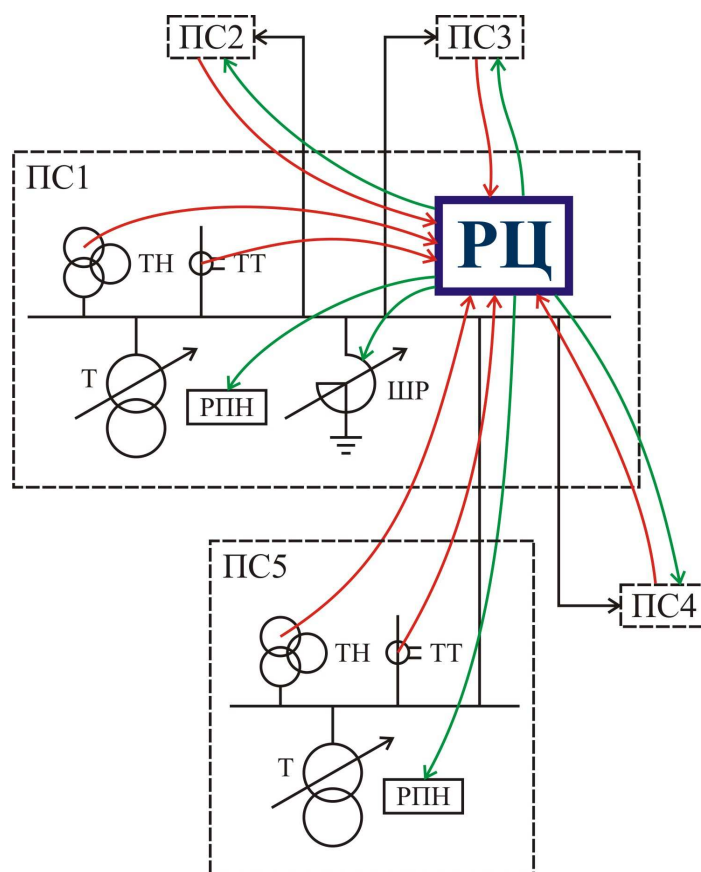


Рис. 1. Реализация методологии интеллектуальных сетей в магистральных электрических сетях

На рисунке 1 и далее чёрным цветом показаны электрические цепи и оборудование интеллектуальной сети, красным цветом – информационные потоки, передаваемые от источников информации (ТН, ТТ, иных датчиков) в расчётный центр, зелёным цветом – информационные потоки сигналов управления, сформированных в расчётном центре.

Функция расчётного центра – обработка информации о режиме электроснабжения (напряжения на всех распределительных устройствах, токи и коэффициенты мощности всех присоединений, информация о состоянии оборудования) и выработка управляющих воздействий для всей группы подстанций. Данные функции выполняются в режиме реального времени, для чего все подстанции группы должны быть обеспечены надёжной связью. Для удобства эксплуатации расчётный центр, как правило, размещают на крупной подстанции с дежурным персоналом, тогда как, при наличии телеуправления, телесигнализации, охранного и технологического телевидения, наличие персонала на всех подстанциях становится избыточным, за счёт чего достигается значительное сокращение расходов предприятия электрических сетей.

2. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ

Для распределительных электрических сетей возможно управление режимом электроснабжения отдельных потребителей (распределительных пунктов, РП), как крупных, так и мелких, вплоть до отдельных домохозяйств ("умный дом"), рисунок 2. В распределительной сети не только подстанции управляемой группы, но и потребители принимают участие в управлении режимом электроснабжения, для чего организуются каналы связи между расчётным центром и потребителями электроэнергии. В зависимости от объёма потребления электроэнергии, каналы связи могут

организовываться выделенными (как правило, по ВОЛС) собственными, либо арендованными в сетях иных предприятий связи.

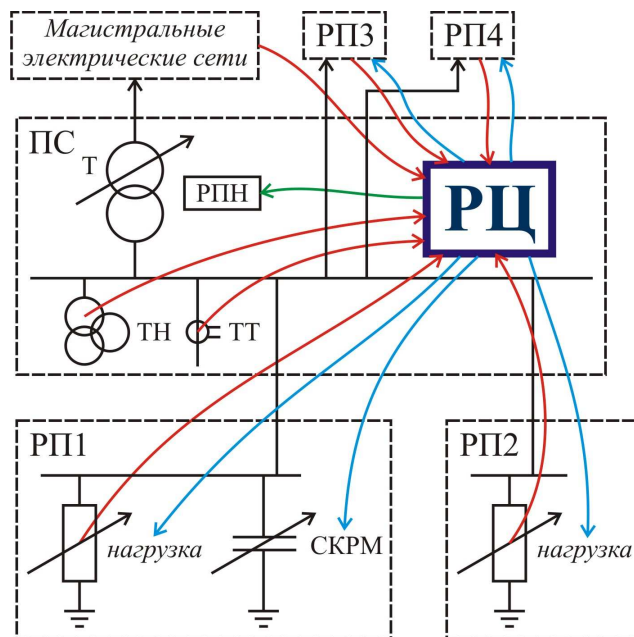


Рис. 2. Реализация методологии интеллектуальных сетей в распределительных электрических сетях

В качестве источника информации в распределительных сетях кроме ТН и ТТ разумно использовать "интеллектуальные" счётчики электроэнергии (smart metering), передающие информацию о потребляемой электроэнергии в расчётный центр в режиме реального времени.

Поскольку электроснабжение потребителей является приоритетом для предприятия электрических сетей, функции расчётного центра распределительной сети становятся не столько в формировании сигналов управления, сколько в формировании предложений потребителю электроэнергии изменить параметры режима электроснабжения, такие, как предпочтительное потребление электроэнергии в определённые часы в сутках, пожелание выполнения реконструкции оборудования и применения компенсации реактивной мощности (СКРМ) и выполнения прочих мероприятий, обеспечивающих энергосбережение и рациональное использование ресурсов системы электроснабжения. Основой управления при таком подходе является гибкая тарифная политика, а выводы о средствах и мероприятиях, обеспечивающих энергоэффективность, потребитель электроэнергии принимает самостоятельно. Потому сигналы управления, имеющие статус рекомендательных, на рисунке 2 обозначены голубым цветом.

3. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Систему тягового электроснабжения для применения методологии интеллектуальных сетей считаем целесообразным рассматривать как одну из видов распределительных сетей, а глубину управления режимом электроснабжения рассматривать вплоть до конечных потребителей – электроподвижного состава (ЭПС). Расчётный центр при этом целесообразно расположить на опорной тяговой подстанции (ТП), а каналы связи с ЭПС организовать по контактной сети, либо с использованием радиосвязи (рисунок 3).

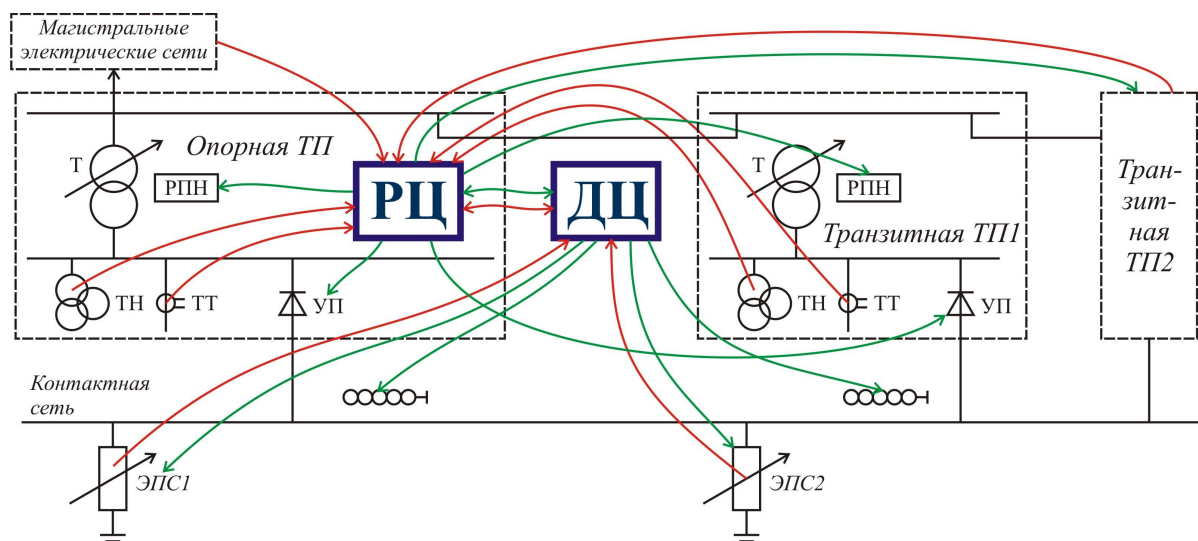


Рис. 3. Реализация методологии интеллектуальных сетей в системе электроснабжения железной дороги

Управление режимом тягового электроснабжения должно обеспечивать надёжный пропуск поездов по участку, потому при организации интеллектуальной сети тягового электроснабжения необходимо предусмотреть интеграцию (канал связи) расчётного центра с поездным диспетчерским центром (ДЦ), а одним из видов управляющих воздействий должно быть управление сигналами светофоров, обеспечивающее пропуск поездов, имеющих приоритет, при исчерпании возможности регулирования напряжения на подстанциях участка силовым оборудованием интеллектуальных сетей (устройствами РПН трансформаторов, управляемыми преобразователями).

Следует отметить, что по сравнению с распределительными электрическими сетями система электроснабжения железной дороги административно объединена с системой управления процессами перевозок, что позволяет исключить рекомендательный статус сигналов управления. Такое административное подчинение является значительным преимуществом, в том числе и для системы электроснабжения железной дороги, позволяет осуществить глубокое управление режимом электроснабжения с применением административных методов воздействия на потребителей электроэнергии и, как результат, оптимизировать перевозочный процесс.

ВЫВОДЫ

Алгоритмы расчёта режимов электроснабжения, выполняемые расчётным центром, являются давно известными [5] и успешно применяемыми для перспективных расчётов, основанных на графике движения поездов. Предлагаемое внедрение методологии интеллектуальных электрических сетей в систему электроснабжения железнодорожного транспорта в части расчёта режима электроснабжения отличается временем и местом выполнения расчётов – все расчёты выполняются в режиме реального времени, с учётом реальной загрузки оборудования и имеющейся базы тяговых расчётов.

Алгоритмизация управляющих воздействий на оборудование интеллектуальных сетей должно быть выполнено в каждом конкретном случае в процессе разработки проектной документации на реконструкцию (строительство) участка электрифицированной железной дороги.

Таким образом, в статье описана общая концепция применения методологии интеллектуальных сетей в системе электроснабжения железнодорожного транспорта. В

настоящее время, с практически неограниченной вычислительной мощностью (для указанных функций) электронных вычислительных машин, развитием систем связи, реализация предложенной методологии не должна вызвать особых затруднений, а её эффективность доказана примерами удачного применения в магистральных и распределительных электрических сетях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кобец Б.Б., Волкова И.О., *Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid*. ИАЦ Энергия, Москва 2010.
2. Kosjakow A., *Metodyka projektowania inteligentnych sieci elektroenergetycznych*. Logistyka 2011, nr 6.
3. *Информационно-аналитический портал* <http://www.SmartGrid.ru>.
4. Аржанников Б.А., *Система управляемого электроснабжения электрифицированных железных дорог постоянного тока*. УрГУПС, Екатеринбург 2010.
5. Марквардт К.Г., *Справочник по электроснабжению железных дорог*, Транспорт, Москва 1980.

INTELIGENTNY SYSTEM ZASILANIA TRANSPORTU KOLEJOWEGO

Streszczenie

Artykuł jest poświęcony problemom i perspektywom wykonania inteligentnego systemu zasilania transportu kolejowego na przykładzie podobnych systemów elektroenergetycznych, wykonanych w regionalnych i magistralnych sieciach elektroenergetycznych (Smart Grid).

Autor:

Doc. dr inż. **Aleksiej Kosjakow** – Uralski Państwowy Uniwersytet Transportu Kolejowego w Jekaterynburgu, "Inżynieryjny Centrum Energetyki Uralu" SA, e-mail kosakov@yandex.ru