

В.И. ОМЕЛЬЯНЕНКО, д-р техн. наук, НТУ «ХПИ»,
Н.Н. КАЛЮЖНЫЙ, НТУ «ХПИ»

СПОСОБ ЗАДАНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ ТЯГОВОЙ СЕТИ

Запропонований спосіб стабілізації напруги тягової мережі електрифікованих залізниць з використанням сукупності ПАК та нечітких нейронних мереж, яка дозволяє визначити необхідні дані для розрахунку оптимальних параметрів роботи тягової мережі в умовах неповноти вхідних даних.

The method of stabilizing of tension of hauling network of the electrified railways is offered with the use of unclear neuron networks, which allows to define necessary information for the calculation of optimum parameters of work of hauling network in the conditions of incompleteness of detains.

Наблюдаемое в Украине увеличение железнодорожных грузоперевозок приводит к росту потребной для тяги электроэнергии на электрифицированных ее участках и, как следствие, к росту потерь мощности в тяговой сети и тяговых подстанциях, а также к росту потерь напряжения контактной сети. Это, в свою очередь, приводит к ограничению параметров движения поезда. Потери мощности в последнее время выросли до уровня, который почти вдвое превышает аналогичные показатели западных стран [1]. Одна из причин этого – моральное и физическое старение оборудования объектов электрических сетей на всех уровнях эксплуатации. Перспективным направлением уменьшения потерь в тяговой сети является внедрение современного оборудования сетей энергообеспечения, внедрение автоматических систем управления ими, с целью обеспечения их оптимальной работы.

К настоящему времени разработано большое количество устройств подпитки тяговой сети, использующих различные технические решения. Одним из наиболее совершенных из них, является система управляемого электроснабжения. Работа системы основана на передаче электрической энергии повышенного напряжения переменного тока 10 кВ от соседней тяговой подстанции по линии ПЭС-10 на одноагрегатный тяговый блок, на котором производится преобразование повышенного напряжения переменного тока в напряжение 3.3 кВ постоянного тока. В качестве распреустройства принят комплектный пост секционирования. Система позволяет стабилизировать выходное напряжение подстанции и автоматически повышать напряжение в контактной сети по сигналам блока «Сирена», устанавливаемого на посту секционирования. Такие системы устанавливаются на вновь строящихся электрифицированных участках железных дорог Российской Федерации и показали свою высокую эффективность [2].

В связи с тем, что система производит мониторинг напряжения только на посту секционирования, стабильным напряжение будет только вблизи поста, но будут допускаться провалы напряжения на токоприемниках ЭПС, когда поезда будут находиться на половинном расстоянии между постом секционирования и тяговой подстанцией. Улучшить качество работы системы можно путем мониторинга напряжения на токоприемнике ЭПС, но такой подход встречает большие трудности, связанные с передачей информации о величине напряжения с движущегося электровоза на тяговую подстанцию.

Целью статьи является разработка способа управления одноагрегатным тяговым блоком тяговой подстанции, обеспечивающим стабилизацию напряжения на токоприемниках ЭПС.

Для достижения поставленной цели решено систему управления реализовать на основе теории, технических решений и с использованием элементной базы нечеткой логики и нейронных сетей, которые нашли широкое распространение в странах Европы, США и Японии [3]. При принятии данного решения руководствовались следующим:

- Регуляторы выполненные по обычной технологии имеют плохие показатели качества при управлении нелинейными, сложными объектами, особенно при недостаточными или искаженными помехами входными данными.

- Обычные регуляторы не могут использовать без перестройки, или даже своей полной замены, накопленный опыт управления объектом, экспертную информацию. Регуляторы на базе нечетких нейронных сетей могут использовать ее в виде лингвистических правил.

- Нейро-нечеткие регуляторы относительно легко реализуют адаптивное управление.

- Для нечетко-нейронных регуляторов характерна терпимость к неточности, неопределенности и частичной истинности, позволяющие достичь легкости обработки, низкой стоимости решения и лучшего согласия с реальностью [4].

Основной недостаток нейронных регуляторов – медленная сходимости, особенно многослойных нейронных сетей. Для преодоления этого недостатка необходимо помимо применения эффективных алгоритмов обучения, встраивать в сеть знания о структуре объекта управления, применять гибридные сети, в которых нейронные сети получают информацию от систем, использующих другую технологию. В данной работе для определения положения ЭПС на межподстанционной зоне, мгновенных значений потребляемого тока и напряжения на токоприемниках ЭПС используется виртуальная модель «поезд-тяговая сеть» в виде программно-алгоритмического комплекса. Программно- алгоритмический комплекс (ПАК) [5] реализован в среде объектно-алгоритмического программирования

DELPHI и позволяет получать расчетные данные в реальном масштабе времени.

Исходными данными для расчета являются: заданная участковая скорость и допустимое ускорение, параметры профиля пути (длины и уклоны участков, радиусы и длины кривых), параметры ЭПС (тип, мощность, мощность и тип тяговых двигателей), параметры состава (тип и количество вагонов).

Величины, получаемые расчетным путем: путь пройденный ЭПС в координатах «путь-время», мгновенная скорость движения ЭПС в координатах «скорость-путь», мгновенные значения потребляемого ЭПС тока и напряжение на его токоприемниках соответственно «ток-время» и «напряжение-время».

Предусмотрены следующие режимы движения ЭПС: разгон, тяга, выбег, рекуперативное и пневматическое торможение. Управляющие воздействия вырабатываются программой путем сравнения текущей скорости движения поезда с заданной для данного участка, с учетом текущих значений ускорения, силы тяги (торможения). Производится проверка на превышение силы тяги (торможения) согласно предельной величине сцепления колеса с рельсом.

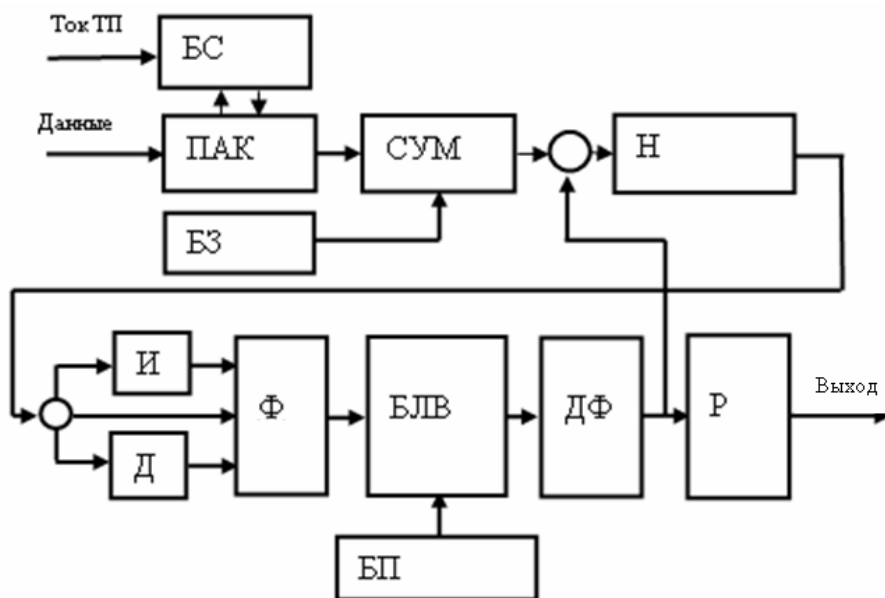


Рис.1 Структурная схема регулятора напряжения контактной сети

БС – блок синхронизации, предназначен для синхронизации расчетной текущей скоростей движения ЭПС; ПАК – программно-алгоритмический комплекс, моделирует параметры движения ЭПС; БЗ – блок задания уровня напряжения на токоприемниках ЭПС; СУМ – сумматор; БН – блок нормирования сигнала; И – интегратор; Д – дифференцирующее устройство; Ф – фаззификатор; БЛВ – блок логического вывода; БП – база правил; ДФ – дефаззификатор; Р – преобразователь выходного управляющего сигнала, согласует выходной сигнал регулятора с уровнем напряжения блока управления тиристорами одноагрегатного тягового блока.

Выборка режимов для построения и обучения нейронной сети представляет собой множество пар взаимосвязанных векторов входа и выхода, покрывающих пространство возможных режимов функционирования системы тяговая сеть- ЭПС. Расчет режимов осуществляется на основе численных экспериментов с математической моделью, используя разработанный программно-алгоритмический комплекс. Часть из полученных пар векторов используется для обучения нейронной сети, а остальные для тестирования. С целью получения нейросетевого регулятора высокого качества выборка должна проверяться и отвечать требованию непротиворечивости, равномерности и представительности [6]. Так как, на межподстанционном пути одновременно может находиться до трех-четырех ЭПС, для формирования управляющего воздействия выбирается напряжение на токоприемнике ЭПС имеющего наименьшее значение.

Вывод. Применение для стабилизации уровня напряжения питания ЭПС системы управляемого электроснабжения с мониторингом напряжения на токоприемниках повышает качество работы ЭПС. Для механизма стабилизации уровня напряжения рационально использовать разработанный в НТУ «ХПИ» ПАК в сочетании с регулятором, выполненным на базе нейро-нечетких систем.

Список литературы: 1. Павловский В.В., Куденко Г.Е. Инженерный расчет потерь мощности и энергии в электрических сетях, основанный на моделировании установившихся режимов.//Электрические сети и системы. -2004. -№3. –С 17-22. 2. Б.А.Аржанников, Л.М.Немытых Выбор способа усиления устройств электроснабжения при введении тяжеловесного движения поездов.// Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Транспорт, наука, бизнес: проблемы и стратегия развития». Екатеринбург. 16-17 октября 2008. 3. Mann G.K.I. , Bao-Gang Hu, Gosine R.G.Analysis of direct action fuzzy PID controller structures// IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Part B. Jun. 1999, Vol. 17. P 501–506. 4. . Заде Л.А. Роль мягких вычислений и нечеткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных интеллектуальных систем. Новости искусственного интеллекта. №2-3 01. М: МЭИ, 2001. -7–11с. 5. В.И.Омельяненко, Г.В.Омельяненко, Н.Н.Каложный, Б.Г.Любарский Основы электрической тяги, системы и режимы тяговых сетей постоянного тока. Харьков: НТУ ХПИ. -2002. -162с.6. А.А.Аl-Keib, X.Ma Application of artificial neural net-works in voltage stability assessment IEEE Trans. On Power Systems, Vol. 10, №4, Nov. 1995

Поступила в редколлегию 30.09.2010