



2. Paxson V., Almes G., Mahdavi J., Mathis M., Framework for IP Performance Metrics, 1998.
3. Almes G., Kalidindi S., Zekauskas M., A One-way Delay Metric for IPPM, Advanced Network & Services, 1999.
4. De Vito L., Rapuano S., Tomaciello L. One-way delay measurement: State of the art // Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on. – 2008. – Т. 57. – №. 12. – С. 2742-2750.
5. Sukhov A.M., Astrakhantseva M.A., Pervitsky A.K., Boldyrev S.S., Bukatov A.A., Generating a Function for Network Delay, Russia.
6. Carbone, L., Coccetti, F., Dini, P., Percacci, R., & Vespignani, A. (2003). The spectrum of internet performance. Passive and Active Measurements (PAM2003).
7. Vinogradov, N. I., Sagatov, E. S., & Sukhov, A. M. (2015, November). Device for measuring one-way network delay with microsecond accuracy. In Telecommunications Forum Telfor (TELFOR), 2015 23rd (pp. 133-136). IEEE.
8. Sukhov, A. M., & Onoprienko, A. V. (2014, November). Evaluating the effectiveness of geographic routing based on RIPE Atlas data. In Telecommunications Forum Telfor (TELFOR), 2014 22nd (pp. 107-110). IEEE.
9. Информационно-аналитический портал об интернет-провайдерах [Электронный ресурс] / Законопроект Минкомсвязи о государственном контроле российского сегмента сети Интернет; 2016 — Режим доступа: <http://nag.ru/go/text/28707/>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

А.И. Забирова

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЕМ ТРАНСПОРТА

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Электротранспорт входит в число крупнейших потребителей электроэнергии России, которая занимает обширную территорию с различными природными особенностями. Железнодорожный транспорт, поражающий своей универсальностью, способностью удовлетворять потребности населения в перевозках практически во всех климатических зонах, имеет возможность обслуживать все отрасли экономики, поэтому составляет основу транспортной системы Российской Федерации. На его долю приходится около 8% всей вырабатываемой электроэнергии страны. С этим связано повышенное внимание к работе энергоустановок в последнее время. Актуальными становятся вопросы эффективной работы оборудования, питающего электрическими мощностями железнодорожную сеть.

При анализе существующих информационных средств на энергооборудующих предприятиях было выявлено, что применяемые системы позволяют получать данные в реальном режиме времени, а также видеть момент отказа



оборудования. Применяемые системы зачастую не обеспечивают необходимые показатели для эффективного управления и энергосбережения при воздействии дестабилизирующих факторов. Поэтому возникает необходимость в разработке систем, способных предотвращать аварийные ситуации и отслеживать момент перегрузки оборудования, что в свою очередь повысит эффективность контроля функционирования систем электроснабжения.

Целью данного проекта является – разработка научных основ, стратегии и принципов для повышения технического совершенства и надежности функционирования систем автоматизированного управления устройствами электроснабжения.

Наиболее эффективным средством повышения надежности работы энергоустановок, осуществляющих обеспечение электрическими мощностями важное технологическое оборудование, является внедрение методов и средств оперативной диагностики.

Замысел проекта состоит в разработке информационной системы управления энергооборудованием транспорта, которая позволит отслеживать режимы работы энергоустановок и на основании полученных показателей, выдавать информацию о «предельном» состоянии оборудования, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, а это в свою очередь позволит эффективно использовать оборудование и снизить затраты на его содержание.

Преимущество данной системы заключается в возможности получения всей необходимой информации из уже существующих систем на ОАО «РЖД», тем самым сокращаются затраты на внедрение.

Информационная система управления энергооборудованием транспорта позволит повысить эффективность работы силовых установок, тем самым предотвращая возникновение аварийных ситуаций.

Безусловно, широкое внедрение систем автоматизированного управления техническим состоянием энергооборудования, с учетом интенсивности эксплуатации в электросетевых хозяйствах железнодорожного транспорта, обеспечит существенный экономический эффект в масштабах электроэнергетической системы страны.

Литература

1. Атамалян Э. Г. Приборы и методы измерения электрических величин. М.: Дрофа, 2005. – 415с.
2. Ацюковский В. А. Основы организации системы цифровых связей в сложных информационно-измерительных комплексах. М.: Энергоатомиздат, 2001. – 97с.
3. Бойко, С. В. Оценка надежности АИИС КУЭ. М.: Пенза. 2007. – 78-79с.
4. Железко Ю.С. Расчет технологических потерь электроэнергии в электрических сетях / Ю.С. Железко, А.В. Артемьев, О.В. Савченко // Энергетик. 2003. - №2. - с. 29-33.



5. Калашников В.И. Информационно-измерительная техника и технологии. / В.И. Калашников, С.В. Нефедов, А.Б. Путилин, Г.Г. Раннев, М.Ю. Рачков, В. А. Суругина, А. П. Тарасенко. -М.: Высшая школа, 2002. -520 с.

6. Путилин А. В. Вычислительная техника и программирование в измерительных системах. М.: Дрофа, 2006. - 416 с.

7. Суругина В.А. Информационно-измерительная техника и электроника. / В.А.Суругина, В.И. Калашников, Г.Г. Раннев. -М.: Высшая школа, 2006. -512с.

8. Таланчук П.М. Средства измерения в автоматических информационных системах и системах управления. К.: Радуга, 1994. - 672 с.

9. Франтасов Д. Н. Улучшение метрологических характеристик трансформаторов тока с цифровым блоком коррекции погрешности // А. М. Косолапов, Д. Н. Франтасов // Вестник транспорта Поволжья. – 2010. - №3(23). – 90-93с.

10. Цапенко М.П. Измерительные информационные системы: Учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1985. -357 с.

А.В. Игнатенков

МОДЕЛЬ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ Поездов НА ДВУХПУТНОМ УЧАСТКЕ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Цель настоящей статьи – развить предложенную в [1] архитектуру искусственной нейронной сети для разработки графика движения поездов в части дополнительных сущностей, возникающих в эксплуатационной работе железных дорог и представить математическую модель её функционирования. Получившуюся нейронную сеть будем именовать в дальнейшем многослойной искусственной нейронной сетью с переменной проводимостью сигнала.

Ограничения модели

Рассматривается сеть из N слоёв, имитирующая двухпутный железнодорожный участок с N станциями. На участке курсируют грузовые поезда с временами хода, содержащимися в массиве $timesPrig$ размерностью $N-1$. Интервалы одновременного прибытия, отправления и проследования заданы как величина $timeFreqArr$. Максимальное время стоянки равняется $maxStay$. Нечётным движением поездов принимается движение поезда от слоя с номером 0, чётным – от слоя с номером N .

Архитектура сети

Число слоёв в сети равняется числу станций на участке. Слои пронумерованы от 0 до N . Каждый слой содержит 1440 нейронов по числу минут в сутках. Нейроны пронумерованы от 0 до 1439. Каждый нейрон i -го слоя связан со всеми нейронами слоя с номером $i-1$ двумя наборами весов – для проследования поездов в чётном и в нечётном направлениях. Ниже мы их будем называть чёт-



ными и нечётными связями. Кроме того, каждый j нейрон связан с нейронами от $j-timeFreqArr$ до $j+timeFreqArr$ для отражения таких сущностей, как неодновременное прибытие, отправление и проследование поездов.

Нейрон имеет такой признак, как состояние – способность принимать сигнал. Подробно сущность состояний определена в [1].

Для контроля событий с поездами каждый нейрон может выполнять одну из технических операций: $arrivalNechet$ (прибытие нечётного поезда), $departureNechet$ (отправление нечётного поезда), $none$ (нет операции), $arrivalChet$ (прибытие чётного поезда), $departureChet$ (отправление чётного поезда).

Ниже мы будем описывать прохождение сигнала от слоя с номером N в сторону уменьшения номеров слоёв. Обучение будет производиться в обратном направлении. Таким образом, для чётных поездов имитируется движение в реальном времени, для нечётных – в направлении, противоположном реальному.

Каждая матрица весов W между двумя слоями с номерами $i, i-1$ представляет собой квадратную матрицу с количеством строк и столбцов, равным 1440.

$$W_{i,i-1} = \begin{pmatrix} W_{0,1} & \dots & W_{0,1339} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{1339,0} & \dots & W_{1339,1339} \end{pmatrix},$$

где w_{ij} – значение веса на связи, соединяющей нейрон с номером i одного слоя с нейроном с номером j соседнего слоя. Каждая строка представляет собой веса нейрона с фиксированным индексом. Номер столбца обозначает номер нейрона предыдущего слоя, который связан с нейроном данного слоя.

Инициализация сети

Перед первым проходом сигналов по сети веса связей задаются следующим образом. Для j -го нейрона слоя i веса всех чётных связей с номерами от 0 до $j + timesPrig[i - 1]$ приравниваются нулю. Это запрещает как продвижение сигнала в сторону, противоположную течению времени, так и обеспечивает соблюдение минимального времени хода поезда между станциями. Все прочие веса задаются случайными числами полуинтервала $[0;0,1)$. Для нечётных связей выполняются аналогичные действия. При вычислении номера нейрона как при инициализации весов связей, так и в последующих расчётах проверяется условие попадания номера нейрона в отрезок $[0;1439]$.

Веса связей определяют уровень конкуренции между нейронами за право принять сигнал (поезд) на следующем слое (станции) в минуту, номер которой является номером столбца матрицы весов с положительным весом. Сигнал, характеризующий конкретный поезд, выходит со слоя нейронной сети (из данной станции) из некоторого нейрона (в некоторую минуту) и попадает на предыдущий слой.

Также при инициализации сети формируются связи j -го нейрона с соседними нейронами от $j-timeFreqArr$ до $j+timeFreqArr$. Веса связей также задаются случайными числами от 0 до 0,1.