

САМООБУЧАЮЩИЙСЯ МОДУЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ

Ю.В. Дубенко¹⁾, Е.Е. Дышкант²⁾

1) к.т.н., доцент кафедры Информатики и вычислительной техники
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет».

2) старший преподаватель кафедры Внутриводского
электрооборудования и автоматики Армавирского механико-
технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный технологический университет».

Аннотация: в статье представлен модуль прогнозирования
показателей работы сложных технических систем, обладающий
функциями выбора оптимального метода в зависимости от характеристик
прогнозируемой величины, а также определения оптимальных параметров
данного метода прогнозирования. Указанные функции реализованы на
основе искусственной нейронной сети.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, анализ
прецедентов, модуль прогнозирования.

SELF-LEARNING MODULE FOR PREDICTING THE PARAMETERS OF TECHNICAL SYSTEMS AND COMPLEXES

Yu.V. Dubenko¹⁾, E.E. Dyshkant²⁾

1) Ph.D., associate professor of the Department of Informatics and
Computer Engineering of the Kuban State Technological University.

2) Senior Lecturer of the Department of Internal Electrical Equipment and
Automation of the Armavir Mechanical-Technological Institute (Branch) FSBI
of HE "Kuban State Technological University".

Annotation: the article presents a forecasting module for performance
indicators of complex technical systems, which has the functions of selecting the
optimal method depending on the characteristics of the predicted value, as well
as determining the optimal parameters of this prediction method. These
functions are implemented on the basis of an artificial neural network.

Keywords: artificial neural network, precedent analysis, prediction
module.

Техническая система представляет собой совокупность взаимосвязанных конструктивных элементов, исполнительных органов, целью которых является выполнение определенных действий в техническом процессе [6].

Сложными называются системы, «включающие в свой состав большое число взаимодействующих элементов и обеспечивающие решение достаточно сложной задачи» [12].

Интеллектуальные системы являются классом систем управления, наиболее оптимальным для управления сложными техническими системами [5]. Согласно [5], способность к прогнозированию является одной из характерных черт интеллектуальных систем управления. В данных системах прогностическая функция может быть применена для определения нежелательных тенденций в развитии текущей ситуации на объекте управления, а также оценки последствий применения управляющих воздействий, выработанных для корректировки состояния объекта управления. Характеристики сложных технических систем налагают дополнительные требования к реализации компонентов систем управления, выполняющих прогностическую функцию, связанные с необходимостью учета следующих факторов [6]:

- воздействие на прогнозируемые показатели случайных величин;
- сложность определения взаимосвязей между факторами;
- необходимость оперировать качественными характеристиками;
- неполнота исходных данных.

Необходимость учета перечисленных факторов существенно усложняет процесс прогнозирования показателей работы сложных технических систем.

Проведенный анализ работ [1,3,7,8,9,10,11], в которых приведено описание случаев прогнозирования параметров и показателей сложных технических систем, показал наличие следующих проблем:

- проблема выбор оптимального метода в зависимости от характеристик прогнозируемой величины и вида прогноза;
- проблема определения оптимальных значений параметров методов прогнозирования, оказывающих существенное влияние на результат, но определяемых эмпирическим путем (например, «параметр сложности» для метода опорных векторов [7]).

Одним из решений проблемы определения оптимальных значений параметров методов прогнозирования является применение методов оптимизации, как правило – эволюционных алгоритмов [7]. Недостатком подобного подхода является необходимость регулярной корректировки значений параметров методов прогнозирования. Применение для этих

целей эволюционных алгоритмов требует существенных затрат вычислительных ресурсов.

Наиболее оптимальным, на наш взгляд, решением перечисленных проблем прогнозирования параметров сложных технических систем является применение вывода на основе прецедентов [2]. Преимуществами указанного подхода являются [2]:

- «возможность напрямую использовать опыт, накопленный системой, без интенсивного привлечения эксперта в той или иной предметной области»;
- «возможность сокращения времени поиска решения за счет использования уже имеющегося решения для подобной задачи»;
- «возможность исключения повторного получения ошибочного решения»;
- «отсутствие необходимости углубленного изучения и использования всех имеющихся знаний по предметной области, так как можно ограничиться учетом только существенных особенностей предметной области»;
- «возможно применение эвристик, повышающих эффективность процесса поиска решения».

Одним из наиболее эффективных вариантов реализации вывода на основе прецедентов является применение искусственной нейронной сети (ИНС) [2,4].

Далее проведем реализацию модуля прогнозирования показателей работы сложных технических систем, имеющего функции выбора оптимального метода прогнозирования и его параметров, основанного на процедуре вывода на основе прецедентов, реализуемой с помощью ИНС. На рисунке 1 представлена схема взаимодействия элементов данного модуля в основном режиме.

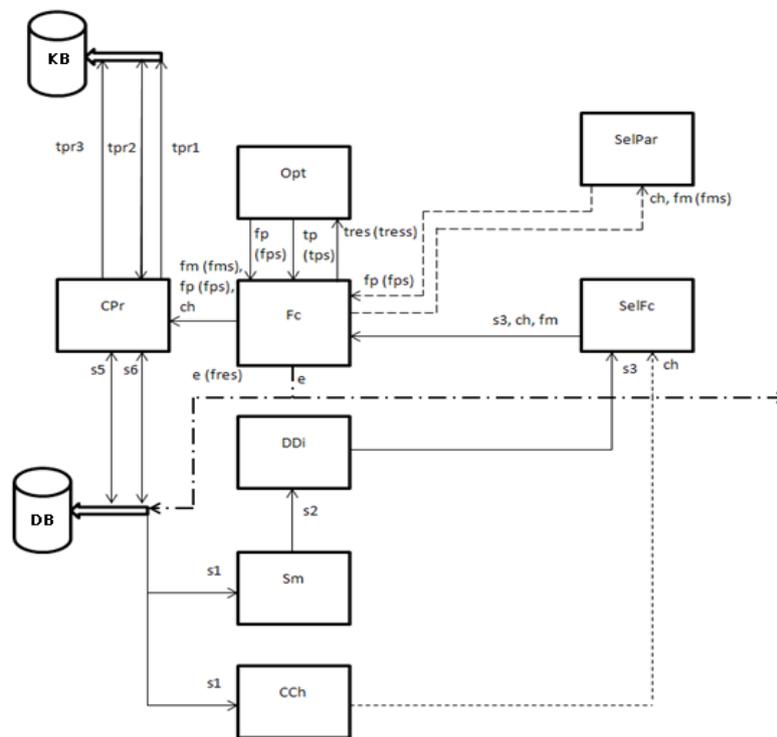


Рисунок 1 - Схема взаимодействия блоков модуля прогнозирования показателей работы сложных технических систем в основном режиме

Рассматриваемый модуль имеет два режима работы: основной режим и режим обучения. В режиме обучения реализуется основной этап формирования базы прецедентов.

На рисунке 1 представлены следующие условные обозначения: KB - база знаний; DB – база данных; CPr – блок формирования прецедента; CCh – блок определения характеристик временного ряда; Sm – блок сглаживания временного ряда; DDi – блок снижения размерности и отбора наиболее информативных факторов; Fc – блок прогнозирования, формирует множество результатов прогноза $F_{Q_j, f_{c_k}}$, где Q_j – прогнозируемая величина, f_{c_k} – примененный метод прогнозирования; Opt – блок определения оптимальных параметров методов прогнозирования с помощью методов оптимизации, например «генетических алгоритмов»; SelPar – блок определения оптимальных параметров методов прогнозирования на основе анализа прецедентов, выполняемого с помощью ИНС; SelFc – блок определения оптимальных методов для прогнозирования временного ряда величины Q_j , выполненный на основе анализа прецедентов, производимого с помощью ИНС.

Для реализации блока SelFc может быть использована ИНС, на входы которой подаются характеристики временного ряда прогнозируемой

величины $Q_j - ch = \{ch_1, ch_2, \dots, ch_M\}$, при этом выходами служат значения возможной ошибки прогнозирования с помощью метода $fc_k - \varepsilon_{fc_k, Q_j}$.

Для определения оптимальных параметров методов прогнозирования с помощью вывода на основе прецедентов необходимо наличие N искусственных нейронных сетей, при этом N – количество применяемых в модуле методов прогнозирования. В качестве входных параметров данных ИНС используется множество характеристик $h = \{ch_1, ch_2, \dots, ch_M\}$. При этом в качестве выходов служит множество оптимальных значений параметров метода прогнозирования $fc_k - ps_{fc_k} = \{p_1, p_2, \dots, p_L\}$.

Разработанный модуль обладает следующими преимуществами: высокая точность прогноза, достигаемая за счет возможности выбора метода, наиболее оптимального для прогнозирования исходной величины, а также настройки параметров данного метода, возможность самообучения.

Список использованных источников:

1. Дубенко Ю.В., Дышкант Е.Е., Вандина А.И. Разработка блока прогнозирования показателей сложной технической системы // Научные труды КубГТУ, № 3, 2018 г. URL: <https://ntk.kubstu.ru/file/2082>
2. Варшавский П.Р., Еремеев А.П. Моделирование рассуждений на основе прецедентов в интеллектуальных системах поддержки принятия решений // Искусственный интеллект и принятие решений. - №2, 2009. - с. 45-57.
3. Дубенко Ю.В. Дышкант Е.Е. Интеллектуальная система контроля и прогнозирования потерь электроэнергии / Научно теоретический журнал Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2016. - №3. - С. 131 – 135.
4. Дубенко Ю.В., Дышкант Е.Е., Вандина А.И. Разработка блока принятия решений самообучающейся системы адаптивного управления сложной технической системой // Научные труды КубГТУ, № 3, 2018 г. URL: <https://ntk.kubstu.ru/file/2081>
5. Васильев В.И. Интеллектуальные системы управления. Теория и практика: учебное пособие / В.И. Васильев, Б.Г. Ильясов. – М.: Радиотехника, 2009. – 392 с.
6. Хубка В. Теория технических систем Пер. с нем., 2-е изд. — М.: Мир, 1987. — 208 с.
7. Аль ЗихериБаласим Мохаммед Повышение точности краткосрочного прогнозирования электрической нагрузки потребителей региона с учетом метеофакторов на основе метода опорных векторов: дис. канд. техн. наук: 05.14.02 / Аль ЗихериБаласим Мохаммед; Южно-

Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени
М.И Платова. – Новочеркасск, 2015. – 181 л.

8. Шориков А.Ф., Буценко Е.В. Проблема выбора метода прогнозирования результатов инвестиционного проектирования // Известия УрГЭУ. 2006. №5 (17). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-vybora-metoda-prognozirovaniya-rezultatov-investitsionnogo-proektirovaniya>

9. Алексеева И.Ю. Повышение надежности электроэнергетических систем на основе нейронных технологий // ЭС и К. 2016. №3 (32). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-nadezhnosti-elektroenergeticheskikh-sistem-na-osnove-neyronnyh-tehnologiy>

10. Овсянников Н.Б., Пичуев А.В. Методы прогнозирования электрической нагрузки на горнодобывающих предприятиях // ГИАБ. 2015. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-prognozirovaniya-elektricheskoy-nagruzki-na-gornodobyvayuschih-predpriyatiyah>

11. Симанков В.С., Бучацкая В.В. Выбор методов прогнозирования при исследовании сложных систем // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2012. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-metodov-prognozirovaniya-pri-issledovanii-slozhnyh-sistem>

12. Мирошник И. В. Теория автоматического управления. Линейные системы / И.В. Мирошник. - СПб.: Питер, 2005. - 336 с.