

УДК 004.42

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОНЕЧЕТКИХ ТЕМПОРАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПЕТРИ

**АЛЕКСЕЕВА ЯНА САМСОНОВНА**

аспирант

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М.Ф. Решетнева»**Научный руководитель: Кузнецов Александр Алексеевич**

д.ф.-м.н., профессор

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М.Ф. Решетнева»

**Аннотация:** В статье рассматривается реализация способа моделирования процессов в сложных образовательных системах на основе предложенной разновидности нейронечетких темпоральных сетей Петри. Рассматриваются образовательные системы уровня высших учебных заведений, которые, безусловно, относятся к классу сложных систем.

**Ключевые слова:** информационно-аналитические процессы, образовательные системы, нейронечеткие сети Петри, темпоральная логика.

## MODELING OF EDUCATIONAL PROCESSES BASED ON NEURO-FUZZY TEMPORAL PETRI NETS

**Alekseeva Yana Samsonovna***Scientific adviser: Kuznetsov Aleksandr Alekseevich*

**Abstract:** The article is devoted to the implementation of a method for modeling processes in complex educational systems based on the proposed variety of neuro-fuzzy temporal Petri nets. The article considers educational systems of the level of higher educational institutions, which, of course, belong to the class of complex systems.

**Keywords:** information-analytical processes, educational systems, neuro-fuzzy Petri nets, temporal logic.

Образовательные системы относятся к классу сложных, поскольку обладают следующими характеристиками:

- сложность структуры, многокомпонентность, наличие функциональных подсистем, решающих различные целевые задачи, большое число параметров, характеризующих образовательные процессы;
- динамичное изменение структуры и параметров системы, вызванное меняющимися требованиями законодательства, учебными программами, требованиями к обучаемым;
- наличие сложных нелинейных зависимостей между параметрами;
- сложность и разнообразие управленческих решений по повышению эффективности функционирования системы;

- ограниченные возможности проведения экспериментальных исследований системы и протекающих процессов;
- невозможность использования единого подхода к созданию моделей процессов, протекающих в таких системах.

Современные образовательные процессы требуют постоянной модернизации в связи с постоянно растущими объемами информации, изменениями в законодательстве, ужесточением требований к специалистам, бурным развитием технологий, постоянными открытиями в различных сферах, влиянием внешних факторов, заставляющих пересматривать процессы, которые существенным образом не менялись десятилетиями.

Для образовательных систем, особенно в высокотехнологичных областях подготовки, назрела потребность в инструментарии для оперативного проектирования, модификации и индивидуализации образовательных процессов [3].

Качественная подготовка специалиста позволяет повысить рейтинг учебного заведения, снизить время, необходимое на встраивание специалиста в рабочие процессы, снизить затраты, необходимые на дальнейшее повышение его квалификации.

При разработке или изменении информационно-аналитических процессов, вызванных изменениями параметров системы, внешней среды или системных процессов, рекомендуется использовать подход, который включает в себя моделирование этих процессов. Моделирование предоставляет инструменты для глубокого анализа процессов, выполняющихся в системе, а также для оценки влияния изменений в конкретном информационно-аналитическом процессе на систему или ее окружающую среду.

Моделирование процесса также является важным этапом для анализа и управления разработанным процессом. Использование моделирования помогает выявить дефекты, узкие места процесса, прояснить сложность процесса [2].

В большинстве случаев задачи моделирования и управления такими системами решаются отдельно друг от друга, то есть существующие модели не направлены на анализ, разумный отбор и реализацию контрольных мероприятий по отношению к системным процессам.

Сети Петри давно зарекомендовали себя как удобный, наглядный и в то же время математически строгий формализм для моделирования и анализа сложных информационно-аналитических процессов. Они позволяют с достаточной степенью детализации и визуализации моделировать процессы, протоколы взаимодействия, а также процессы управления. Удобство данного формализма продемонстрировано на большом множестве практических приложений. Сети Петри позволяют естественно описывать синхронизацию, параллелизм, конфликт и причинную зависимость, а также наглядно представлять структуру и функционирование киберфизических систем.

Одним из основных преимуществ аппарата сетей Петри является то, что они могут быть представлены как в графической форме (это обеспечивает удобство), так и аналитически (это позволяет автоматизировать процесс анализа). В графической интерпретации сеть Петри представляет собой особый тип графа, состоящий из двух типов вершин: позиций и переходов, соединенных ориентированными дугами (ветвями), каждая ветвь может связывать только разнотипные вершины (позицию с переходом или переход с позицией).

В рамках подхода к моделированию и проектированию процессов в сложной киберфизической системе предлагается использовать разновидность сетей Петри, которые включают темпоральные нейронечеткие нейроны.

Классический нечеткий нейрон Квана и Кэи (рис. 1) может иметь несколько выходов, выходные значения определяют степень принадлежности к некоторым нечетким множествам.

Для образовательных киберфизических систем характерно большое количество темпоральных данных. Темпоральные данные - произвольные данные, которые связаны с определенными датами или промежутками времени. К примеру, данные об успеваемости студента на курсовом проекте не актуальны на начало семестра.

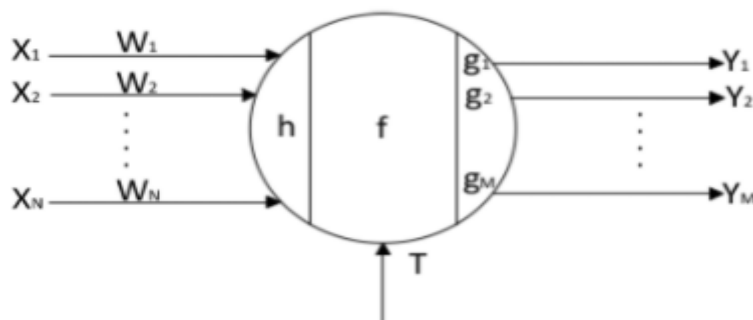


Рис. 1. Нейрон Квана и Кэи

Использование темпоральных входов в нейроне (рис. 2) позволяет учитывать ситуации, когда информация на входы нейрона может поступать с задержкой. Использование темпоральных элементов позволяет изменить логику дальнейших действий в зависимости от того, пришли данные вовремя, с задержкой или же не пришли вообще.

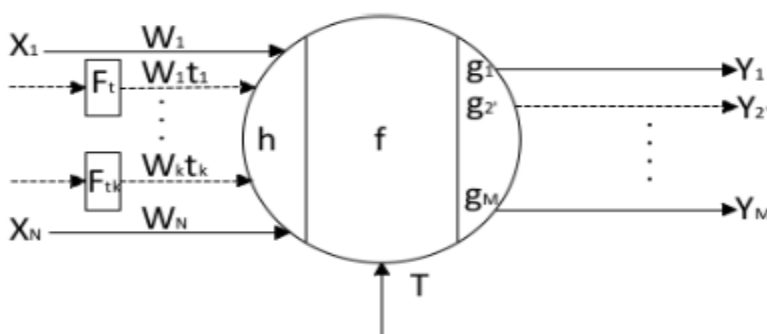


Рис. 2. Модифицированный нечеткий нейрон с темпоральными входами

Современные методики обучения позволяют подготовить специалиста в области информационных технологий за короткий промежуток времени (к примеру, путем прохождения цикла специализированных курсов). Однако для повышения качества обучения на более высоких ступенях, таких как магистратура, необходимо, чтобы процессы в образовательной системе адаптировались к обучаемому, помогая ему достигнуть лучшего результата.

Очевидно, что осуществить адаптацию процесса обучения к каждому обучающемуся невозможно без применения технологий, позволяющих автоматизировать определенные аспекты процесса обучения, адаптировать процесс к уровню обучаемого, не выходя при этом за нормы законодательства.

Предложен способ, основанный на применении приведенной разновидности нейронечетких темпоральных сетей Петри. Описаны программные средства для проектирования и модификации системных и информационно-аналитических процессов в образовательной системе.

#### Список источников

1. Алавердов А. Р, Алавердова Т. 77. Отраслевые критерии конкурентоспособности преподавателя высшей школы // Современная конкуренция. 2019. Т. 13. № 3 (75). С. 125-133. DOI: 10.24411/1993-7598-2019-311.
2. Борисов В. В., Круглов В. В., Федулов А. С. Нечеткие модели и сети. - 2-е изд., стереотип. - М.: Горячая линия - Телеком, 2018. - 284 с.
3. Прокимнов Н. Н. Концепции построения и принципы реализации приложения для автоматизации непрофильных функций преподавателя // Прикладная информатика. 2019. Т. 14. № 6 (84). С. 13-25. DOI: 10.24411/1993-8314-2019-10044.