

## **Номер Проекта**

16-51-00058

## **Руководитель проекта**

Еремеев Александр Павлович

## **Название Проекта**

Формализация темпоральных рассуждений в интеллектуальных системах

## **Аннотация**

1. В ходе выполнения проекта в 2016-2017 гг. году получены следующие основные результаты. Исследованы и разработаны методы представления темпоральных прецедентов для интеллектуальных систем (ИС) типа ИС поддержки принятия решений (ИСППР), методы хранения, адаптации и обработки темпоральных прецедентов. Разработаны алгоритмы извлечения прецедентов и алгоритмы вывода. 2. Исследованы и разработаны модели представления знаний о динамически изменяющихся объектах, как для случая одномерных временных зависимостей, так и для случая многомерных временных рядов (time series) (ВР). Предложена методика предварительной обработки разнотипных ВР, основанная на процедурах нормализации, сжатия и преобразования в символьную форму, что позволило повысить качество формируемых обобщенных понятий и точность классификации состояний сложного динамического объекта. 3. Разработаны методы ускорения темпорального вывода, включая модели с ветвящимся временем. Предложен вариант темпоральной логики на основе нечеткой логики. Построена нечеткая темпоральная логика ветвящегося времени. 4. Разработан формальный аппарат для специального типа сетей Петри (сетей высокого уровня) с возможностью поддержки темпоральных зависимостей различного вида. 5. Разработаны и исследованы синтаксис и операционная семантика языка логической системы для формализации метарассуждений когнитивного агента во времени. Проведен анализ и построена классификация опасных ситуаций, возникающих в ходе решения задачи, осуществляемого когнитивным агентом в режиме жёсткого реального времени; разработаны методы оценки величины угрозы превышения ресурса времени, имеющегося у когнитивного агента при возникновении опасных ситуаций различных типов. 6. Исследованы и разработаны алгоритмы вывода и обобщения для системы рассуждений на основе темпоральных прецедентов. Разработана архитектура программной системы вывода на основе темпоральных прецедентов для ИС типа ИСППР РВ. 7. Исследованы и разработаны методы формализации временных зависимостей в терминах аргументации. Проведен анализ подходов к решению задачи анализа темпоральных данных с помощью методов аргументации, методов и алгоритмов на основе пересматриваемых рассуждениях и аргументации. Проведено компьютерное моделирование с целью определения наиболее эффективных способов устранения темпоральных противоречий. 8. В плане развития формального аппарата для специального типа сетей Петри с возможностью поддержки темпоральных зависимостей разработан программный инструментарий и проведено компьютерное моделирование с применением данного формального аппарата. 9. Исследован и разработан ряд новых методов грануляции времени при осуществлении когнитивным агентом метарассуждений, имеющих целью выявление возникших опасных ситуаций различных типов; разработана декларативная семантика языка логической системы для формализации метарассуждений когнитивного агента с грануляцией времени; разработаны методов корректировки стратегии решения задачи, осуществляемого когнитивным агентом при возникновении опасных ситуаций различных типов и определены способы их распознавания.

## **Библиографический список всех публикаций по проекту за весь период выполнения проекта**

1. Вагин В.Н., Еремеев А.П., Гулякина Н.А. О формализации темпоральных рассуждений в интеллектуальных системах // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2016 Open Semantic Technologies for Intelligent Systems). Материалы VI международной научно-технической конференции (Минск, 18-20 февраля 2016 года), БГУИР, 2016. С. 275-282.
2. Шункевич Д.В., Губаревич А.В., Святкина М.Н., Моросин О.Л. Формальное семантическое описание целенаправленной деятельности различного вида субъектов // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2016 Open Semantic Technologies for Intelligent Systems). Материалы VI международной научно-технической конференции (Минск, 18-20 февраля 2016 года), БГУИР, 2016. С. 125-136.
3. Ивашенко В.П., Бельчиков А.С., Еремеев А.П. Модели обработки информации в интеллектуальных системах, основанных на семантических технологиях // Информационные технологии и системы 2016 (ИТС 2016): Материалы международной научной конференции (БГУИР, Минск, Беларусь, 26 октября 2016). – Information Technologies and Systems 2016 (ITS 2016): Proceeding of the International Conference (BSUIR, Minsk, Belarus, 26th October 2016) / редкол.: Л.Ю. Шилин [и др.]. – Минск: БГУИР. 2016. С. 106-107.
4. Шункевич Д.В., Фоминых И.Б., Моросин О.Л. Унифицированная семантическая модель процесса проектирования машин обработки знаний // Информационные технологии и системы 2016 (ИТС 2016): Материалы международной научной конференции (БГУИР, Минск, Беларусь, 26 октября 2016). – Information Technologies and Systems 2016 (ITS 2016): Proceeding of the International Conference (BSUIR, Minsk, Belarus, 26th October 2016) / редкол.: Л.Ю. Шилин [и др.]. – Минск: БГУИР, 2016. С. 172-173.
5. Marina Fomina, Sergey Antipov, Vadim Vagin. Methods and algorithms of anomaly searching in collections of time series // Proceedings of the first International Scientific Conference Intelligent Information Technologies for Industry (ИТИ'16), In Series Advances in Intelligent Systems and Computing, Volume 450, Springer International Publishing, 2016. pp. 63-73.
6. Fominykh, I., Vinkov M. Paraconsistency of Argumentation Semantics for Stepping Theories of Active Logic // Proceedings of the first International Scientific Conference Intelligent Information Technologies for Industry (ИТИ'16), In Series Advances in Intelligent Systems and Computing, Volume 450, Springer International Publishing, 2016. pp. 171-180.
7. Alexander Eremeev, Pavel Varshavskiy, Roman Alekhin. Case-Based Reasoning Module for Intelligent Decision Support Systems // Proceedings of the First International Scientific Conference “Intelligent Information Technologies for Industry” (ИТИ'16), Vol. 1. Part III. In Series Advances in Intelligent Systems and Computing, Volume 450, Publisher Springer International Publishing, pp. 207-216.
8. Alexander P. Eremeev, Yury I. Korolev. Temporal Coloured Petri Nets as a Tool for Modelling of Complex Dynamic Systems // Proceedings of the First International Scientific Conference “Intelligent Information Technologies for Industry” (ИТИ'16), Vol. 1. Part V. In Series Advances in Intelligent Systems and Computing, Volume 450, Publisher Springer International Publishing, pp. 339-348.
9. Еремеев А.П., Королев Ю.И. Разработка программного обеспечения для моделирования систем на основе темпоральных сетей Петри // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2016 Open Semantic Technologies for Intelligent Systems). Материалы VI международной научно-технической конференции (Минск, 18-20 февраля 2016 года), БГУИР, 2016. С. 283-288.
10. Куриленко И.Е. Разработка методов рассуждений на основе темпоральных прецедентов для интеллектуальных систем // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2016 Open Semantic Technologies for Intelligent Systems).

Материалы VI международной научно-технической конференции (Минск, 18-20 февраля 2016 года), БГУИР, 2016, С. 289-294.

11. Фоминых И.Б. Иллюзии восприятия и представления: информационный подход // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2016 Open Semantic Technologies for Intelligent Systems). Материалы VI международной научно-технической конференции (Минск, 18-20 февраля 2016 года), БГУИР, 2016. С. 349-354.

12. Еремеев А.П., Кожухов А.А. Анализ и разработка методов обучения с подкреплением на основе темпоральных различий для интеллектуальных систем реального времени // XV национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016 (3–7 октября 2016 г., г. Смоленск, Россия). Труды конференции. В 3-х томах., Смоленск: Универсум, 2016, Том 1, С. 323-331.

13. Виньков М.М. Фоминых И.Б. Управление процессом рассуждений при решении задач в жестком реальном времени // XV национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016 (3–7 октября 2016 г., г. Смоленск, Россия). Труды конференции. В 3-х томах., Смоленск: Универсум, 2016, Том 3, С. 14-21.

14. Куриленко И.Е. Применение нечеткой временной логики реального времени при построении подсистемы диагностики и мониторинга для интеллектуальной системы управления крупным парковочным комплексом //XV национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016 (3–7 октября 2016 г., г. Смоленск, Россия). Труды конференции. В 3-х томах., Смоленск: Универсум, 2016, Том 3, С. 107-115.

15. Фоминых И.Б., Пожидаев А.К., Романчук С.В. Имитация рассуждений в интеллектуальных системах мягкого и жесткого реального времени // Гибридные и синергетические интеллектуальные системы: материалы III Всероссийской Поспеловской конференции с международным участием / под. ред. Д-ра техн. наук, проф. А.В. Колесникова. – Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016. С. 69-79.

16. Еремеев А.П. Развитие аппарата таблиц решений в контексте создания гибридных интеллектуальных систем семиотического типа // Гибридные и синергетические интеллектуальные системы: материалы III Всероссийской Поспеловской конференции с международным участием / под. ред. Д-ра техн. наук, проф. А.В. Колесникова. – Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016. С. 121-132.

17. Еремеев А.П., Кожухов А.А. Реализация методов обучения с подкреплением на основе темпоральных различий и мультиагентного подхода для интеллектуальных систем реального времени // Программные продукты и системы. – 2017. № 1. – С. 28-33.

18. Варшавский П.Р., Ар Кар Мьо, Шункевич Д.В. Применение методов классификации и кластеризации для повышения эффективности работы прецедентных систем // Программные продукты и системы, № 4, 2017, С. 625-631.

19. Еремеев А.П., Ивлиев С.А. Построение онтологии на основе нереляционной базы данных для интеллектуальной системы поддержки принятия решений медицинского назначения // Программные продукты и системы, № 4, 2017, С. 739-744.

20. A.P. Eremeev and A.A. Kozhukhov. Methods and Program Tools Based on Prediction and Reinforcement Learning for the Intelligent Decision Support Systems of Real-Time // Springer International Publishing AG 2018 A. Abraham et al. (eds.), Proceedings of the Second International Scientific Conference “Intelligent Information Technologies for Industry” (ITI’17), Advances in Intelligent Systems and Computing 679, pp. 74-83.

21. Ereemeev A.P., Kozhukhov A.A. Implementation of reinforcement learning tools for real-time intelligent decision support systems // Proc. of VII International Scientific Conference “Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2017), Minsk, BSUIR, 16-18 February 2017. – P. 183-186.
22. Еремеев А.П., Еремеев А.А. Реализация темпоральной базы данных для интеллектуальных систем реального времени // Труды Конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям "IS&IT'17". Научное изд. в 3-х томах. - Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2017. Т. 1. - С. 205-212.
23. Еремеев А.П., Кожухов А.А., Гулякина Н.А. Исследование и реализация методов обучения с подкреплением для интеллектуальных систем реального времени // Нечеткие системы, мягкие вычисления и интеллектуальные технологии (НСМВИТ-2017): труды VII всероссийской научной-практической конференции. — СПб.: Политехника-сервис, 2017. – С. 50-62.
24. A.V. Hubarevich, O.L. Morosin, D.V. Lande Ontology-Based Design of Intelligent Systems in the Field of History // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2017): материалы международной научно-технической конференции (Минск, 16 - 18 февраля 2017 года) / редкол.: В.В. Голенков (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУИР, 2017. – С. 245-250.
25. S.G. Antipov, V.N. Vagin. M.V. Fomina Detection of Data Anomalies at Network Traffic Analysis // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2017): материалы международной научно-технической конференции (Минск, 16 - 18 февраля 2017 года) / редкол.: В.В. Голенков (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУИР, 2017. – С. 195-198.
26. I.B. Fominykh, S.V. Romanchuk. About Focusing on Relevant Information Used by Agents in Reasoning in Intellectual Systems of Hard Real-Time // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2017): материалы международной научно-технической конференции (Минск, 16 - 18 февраля 2017 года) / редкол.: В.В. Голенков (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУИР, 2017. – С. 187-191.
27. I.B. Fominykh, M.M. Vinkov Stepping Theories of Active Logic with Two Kinds of Negation // Advances in electrical and electronic engineering. 2017, vol. 15, № 1, pp. 84-92.
28. I. Fominykh, M. Vinkov Step Theories of Active Logic and Extended Logical Programs // In: Abraham A., Kovalev S., Tarassov V., Snasel V., Vasileva M., Sukhanov A. (eds) Proceedings of the Second International Scientific Conference “Intelligent Information Technologies for Industry” (ITI'17). ITI 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 679. Springer, Cham vol. 1. pp. 192-201.
29. Kurilenko I.E., Guliakina N.A. The algorithm to retrieve temporal cases for temporal case-based reasoning // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2017): материалы международной научно-технической конференции (Минск, 16 - 18 февраля 2017 года) / редкол.: В.В. Голенков (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУИР, 2017. – С.191-194.