

АННОТИРОВАННЫЙ ОТЧЕТ
по годовому этапу научно-исследовательской работы №2.737.2014/К в рамках
проектной части государственного задания в сфере научной деятельности за 2015 год

1. **Тема:** Методы и инструментальные средства моделирования рассуждений в интеллектуальных системах поддержки принятия решений (СППР)
2. **Номер государственной регистрации:** 114072570032
3. **Руководитель:** Вагин Вадим Николаевич
4. **Организация-исполнитель:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»
5. **Телефон руководителя:** +7 (495) 362 79 62
6. **Электронная почта руководителя:** vagin@apppmat.ru
7. **Интернет-адрес (URL):**
8. **Сроки проведения:**
 - начало: 01.01.2015
 - окончание: 31.12.2015
9. **Наименование годового этапа:** Исследование и разработка методов и алгоритмов правдоподобного вывода на основе индуктивного формирования понятий. Исследование и разработка методов и алгоритмов правдоподобного вывода на основе абдуктивного вывода и теории аргументации
10. **Плановое финансирование (рублей):**
 - проведения годового этапа: 5 000 000,00 руб.
11. **Фактическое финансирование (рублей):**
 - проведения годового этапа: 5 000 000,00 руб.
12. **Коды темы по ГРНТИ:** 28.23.00 28.23.20 28.23.29
13. **Приоритетное направление:** Информационно-телекоммуникационные системы
14. **Критическая технология:** Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии
15. **Полученные научные и (или) научно технические результаты:** На второй год НИР были поставлены следующие задачи: Исследование и разработка методов и алгоритмов правдоподобного вывода на основе индуктивного формирования понятий. Исследование и разработка методов и алгоритмов правдоподобного вывода на основе абдуктивного вывода и теории аргументации. Поставленные задачи выполнены полностью. В частности, по направлению «Методы и программные средства правдоподобного вывода, основанные на индуктивном формировании понятий» получены следующие основные результаты: • Проанализированы сложности, которые возникают при использовании таблиц баз данных в качестве обучающего множества. Показано, что одной из таких проблем является наличие шума. Рассмотрены модели шума в таблицах баз данных, следствием которых является отсутствие значения признака, либо искажение значения признака в обучающей выборке. • Выбраны алгоритмы для исследования, позволяющие достаточно быстро формировать обобщения исходных данных при наличии шума в данных и представлять их в компактной форме, удобной для восприятия и для дальнейшего использования в решении задачи распознавания. Создано приложение, позволяющее строить решающие правила в виде деревьев решений и наборов продукционных правил для различных множеств данных. • Проведен машинный эксперимент по классификации с помощью полученных правил новых объектов, в результате которого: о даны рекомендации

по выбору количества "ближайших соседей" при использовании метода восстановления неизвестных значений kNN; о показано, что при использовании шума типа «Перестановка» алгоритм CN2 в большинстве случаев показывает лучшие результаты, чем C4.5; о исследовано влияние метода внесения шума на точность классификации тестовых примеров для случаев равномерного, неравномерного внесения шума, и внесения шума в наиболее существенный атрибут выборки. о Полученные результаты моделирования показали, что предложенные алгоритмы обобщения данных в сочетании с алгоритмами восстановления позволяют эффективно обрабатывать данные при наличии в них шума различного типа. По направлению «Методы теории аргументации и их применение в машинном обучении» получены следующие основные результаты:

- Произведены исследования по количественной оценке достоверности аргументов с использованием механизма степеней обоснования. Предложен алгоритм, позволяющий находить количественную оценку достоверности аргументов. Этот алгоритм был применен в методе построения улучшенных классификационных моделей для задачи обобщения.
- Выполнено исследование и анализ применимости методов аргументации для улучшения алгоритмов индуктивного формирования понятий. Предложен метод применения аргументации для улучшения классификационных моделей, получаемых методами индуктивного формирования понятий. В частности, были проведены эксперименты для алгоритмов индуктивного формирования понятий GIRS и C4.5 на тестовых наборах данных из репозитория UCI. Полученные результаты показали эффективность предложенного метода.
- На основе предложенного метода был реализован алгоритм нахождения улучшенного набора классификационных правил. Проведены эксперименты по применению предложенного метода улучшения классификационных моделей в случае зашумлённых исходных данных. Применение предложенного метода, основанного на аргументации, позволило существенно снизить влияние противоречивых примеров, появляющихся в обучающих выборках при внесении шума, тем самым повысив точность классификации тестовых примеров. По направлению «Методы абдуктивного вывода в системах искусственного интеллекта» получены следующие основные результаты:
- Были рассмотрены методы абдуктивного вывода. На их основе разработана система поддержки истинности, основанная на предположениях, включающая ряд полезных алгоритмов.
- Выполнена программная реализация этих алгоритмов, подробно описано практическое применение алгоритма EstimateABAA. По направлению «Модели и методы правдоподобных рассуждений на основе прецедентов и аналогий» получены следующие основные результаты:
- Проанализированы различные способы представления прецедентов в ИСППР РВ
- Предложен подход, базирующийся на совместном применении CBR-методов и методов на основе аналогий и индукции.
- Предложен способ расширения параметрической модели представления прецедентов, используя элементы сетевой модели представления знаний.
- Предлагаемый подход реализован в прототипе CBR-системы с апробацией на примере решения задачи экспертного диагностирования с использованием данных из открытого репозитория по биологии и медицине NCBO. По направлению «Исследование и разработка моделей процессов сложных СППР на основе аппарата раскрашенных сетей Петри» получены следующие основные результаты: По направлению «Методы и средства нечётких продукционных экспертных систем» получены следующие основные результаты:
- Предложена модификация алгоритма Rete для нечёткой базы правил, позволяющая формулировать правила и заключения на ограниченном естественном языке и обеспечивающая ускорение процесса работы системы за счёт однократного вычисления одинаковых условий в различных правилах.
- Разработана формальная модель дерева решений модифицированного алгоритма Rete для нечёткой продукционной базы знаний.
- Разработана экспертная система, которая позволяет формировать решение для подключаемой базы правил. По направлению «Методы повышения эффективности программных средств с применением параллельных вычислений» получены следующие основные результаты:
- Созданы оригинальные алгоритмы параллельного логического вывода с учетом особенностей процедур логического вывода в логике первого порядка, являющейся составной частью правдоподобных логик.
- Выполнено экспериментальное исследование этих алгоритмов на кластерных компьютерных системах, которое показывает их высокую эффективность по критерию достигаемого ускорения, что создает необходимые условия для эффективной практической реализации процедур логического вывода в неклассических логиках, обеспечивая существенное сокращение времени вывода. По направлению «Методы структурной спецификации онтологий в системе "Бинарная модель знаний"» получены следующие основные результаты:
- Разработаны: семантика ЯТС и ЯСП; алгоритм вычисления запросов к онтологиям и базам фактов; алгоритмы логического вывода в языках ЯЛС-0, ЯЛС-1 и ЯТС.
- Показано, как строить онтологию в БМЗ для динамической предметной области, связанной с примером моделирования производственной роботизированной линии.

Новизна и ценность полученных результатов состоит в повышении эффективности и расширении сферы применения современных и перспективных интеллектуальных СППР, для конструирования которых необходимо применение эффективных методов машинного обучения, обработки противоречий и зашумленных данных, применение различных методов вывода, в том числе аргументационного и абдуктивного выводов и вывода, основанного не прецедентах и аномалиях, методов представления и оперирования знаниями с приемлемой для использования в системах реального времени вычислительной сложностью при поиске решения в условиях неопределенности и достаточно жестких временных ограничений.

- 16. Полученная научная и (или) научно-техническая продукция:** По результатам второго года работы была разработана и зарегистрированы следующие программы для ЭВМ: 1. «Инструментарий для разработки моделей систем на основе темпоральных сетей Петри с поддержкой логики Аллена» (авторы Еремеев А.П., Королев Ю.И. В.Н., свидетельство о государственной регистрации № 2015616435 от 9.06.2015 г.). Разработанная программа позволяет: 2. «Модуль редактирования онтологий для интеллектуальной системы на основе прецедентов». (Авторы Алехин Р.В., Варшавский П.Р., свидетельство о государственной регистрации 2016610378 от 11.01.2016). Разработанное программное средство предназначено для работы с онтологиями в интеллектуальной системе на основе прецедентов. Данный модуль позволяет осуществлять загрузку, редактирование и преобразование во внутреннее представление системы онтологий на языке OWL 2 DL, а также реализует графическое представление концептов и отношений онтологии, обеспечивает навигацию и выполнение запросов к онтологии. 3. «Модуль персонализации поиска на основе прецедентов для информационно-поисковых систем» (Авторы Зо Лин Кхаинг, Варшавский П.Р., свидетельство о государственной регистрации 2015660958 от 11.01.2016). Программный модуль предназначен для интеллектуализации и персонализации поиска в информационнопоисковых системах, в том числе для организации поиска информационных ресурсов в сети Интернет. Модуль может использоваться как компонент современных поисковых машин Интернет, обеспечивающий механизмы персонализации поиска на основе прецедентов. Данный модуль позволяет осуществлять накопление и извлечение информации о запросах и предпочтениях пользователя (персонализацию) с использованием методов на основе прецедентов, а также реализует различные схемы взаимодействия мобильных агентов в процессе поиска ответа на запрос пользователя и обеспечивает оценку релевантности полученных результатов по запросу пользователя. Полученные результаты и созданную на их основе продукцию в виде инструментальных программных средств предполагается использовать для создания перспективных интеллектуальных СППР, ориентированных на плохо формализуемые и динамические (открытые) предметные / проблемные области. Предложенные методы и модели могут быть успешно применены в различных сферах деятельности: промышленность, энергетика, транспорт, экономика, юриспруденция и др. Разработанные программные средства в целом, как и отдельные их части, могут найти свое применение в широком спектре интеллектуальных систем (СППР) – экспертных, планирования, диагностики, мониторинга, управления и принятия решений. Результаты работы также используются в преподавании существующих дисциплин НИУ «МЭИ».
- 17. Ключевые слова и словосочетания, характеризующие результаты (продукцию):** интеллектуальные системы поддержки принятия решений, правдоподобный вывод, аргументация, индуктивное формирование понятий, представление знаний, параллельный вывод, абдукция, вывод на основе прецедентов и аналогий, сети Петри, логика Аллена.
- 18. Наличие аналога для сопоставления результатов (продукции):** Коммерческие продукты, выполняющие в полном объеме указанные выше функции, не известны.
- 19. Преимущества полученных результатов (продукции) по сравнению с результатами аналогичных отечественных или зарубежных НИР:** а) по новизне: результаты являются новыми
б) по широте применения: в масштабах отрасли
в) в области получения новых знаний: в области получения новых знаний (для фундаментального научного исследования)

- 20. Степень готовности полученных результатов к практическому использованию (для прикладного научного исследования и экспериментальной разработки):** выполнен прототип (установки, методики, системы, программы и т.д.)
- 21. Предполагаемое использование результатов и продукции:** Разработанное математическое и программное обеспечение в настоящий момент используется в научно-исследовательских и учебных работах кафедр прикладной математики и электроэнергетических систем ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ». Предполагается также использовать результаты работы для создания новых перспективных интеллектуальных СППР. В частности, результаты применения разработанного обеспечения для моделирования на основе раскрашенных сетей Петри в рамках работ по модернизации электродинамической модели МЭИ позволяют сделать вывод о том, что такой подход можно использовать и в других задачах, в том числе, при разработке интеллектуальных СППР реального времени.
- 22. Форма представления результатов:** Аннотированный отчет, научно-технические отчет, 28 публикаций по тематике работы и из них 9 статей в рецензируемых российских журналах, индексируемых РИНЦ, 6 статей в зарубежных изданиях, из них 2 работы в изданиях, индексируемых в SCOPUS и Web of Science, защищены 2 диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, получено 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.
- 23. Использование результатов в учебном процессе:** использование в преподавании существующих дисциплин
- 24. Предполагаемое развитие исследований:** Исследование и разработка моделей, методов и алгоритмов поиска решений на основе темпоральных логик будет выполнено на основе моделей точечной и интервальных логик, логики ветвящегося времени. Предлагается рассмотреть возможность использования методов аргументации для обработки темпоральных данных. Развитие методов обобщения и кластеризации темпоральных данных предлагается выполнить на примере задач кластеризации голосовых характеристик пользователей; также будет рассмотрена задача поиска аномалий в наборах временных рядов. Будут разработаны методы и алгоритмы решения данных задач. Будет создано расширение временной логики TLM (Temporal Logic of Moments), позволяющее оптимизировать алгоритмы вывода для случая анализа событий, характеризующихся однотипными операциями. Предусматривается реализация на основе полученных теоретических результатов базового информационного и программного обеспечения для ИСППР на основе нетрадиционных логик.