

УДК 61:002; 311:614; 519:22

**ОБЗОР АНАЛИТИЧЕСКИХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
КОНСТРУКТИВНОЙ ЛОГИКИ**

В.А. Хромушин, А.А. Хадарцев, О.В. Хромушин, Т.В. Честнова
Тульский государственный университет (г. Тула)
Телефон: (4872) 33-32-51

Аннотация: В настоящем обзоре приведены работы по построению алгебраической модели конструктивной логики и ее использовании для аналитических работ по медицине и биологии.

Ключевые слова: модель, анализ, логика, алгоритм.

**THE REVIEW OF ANALYTIC WORKS WITH THE APPLICATION OF CONSTRUCTIVE
LOGIC MODEL DEVELOPMENT**

V.A. Khromushin, A.A. Khadartsev, O.V. Khromushin, T.V. Chestnova
Tula State University
Tel.: (4872) 33-32-51

Resume. This review presents the works on algebraic constructive logic model development and its application for analytic works on medicine and biology.

Key words: model, analysis, logics, algorithm.

Алгебраическая модель конструктивной логики (АМКЛ) является в своей основе моделью интуитивистского исчисления предикатов, отображающей индуктивную часть мышления - формулирование сравнительно небольшого набора кратких выводов из массивов информации большой размерности. С общей точки зрения систему можно применять как средство, согласующее информационные каналы исследуемого объекта и пользователя [1-5]. С философской точки зрения АМКЛ обеспечивает отыскание закономерностей в хаосе.

Алгоритм АМКЛ отдаленно напоминает синтез цифровых автоматов с нахождением тупиковой дизъюнктивной формы и по этой причине использует её терминологию. Только в данном случае факторы представлены любыми числовыми значениями, а не только 0 или 1.

АМКЛ предназначено для многофакторного анализа в различных областях знаний. Аналитические возможности АМКЛ позволяют учитывать в определенной степени скрытые (не учтенные) факторы. Эта модель отличается от всех известных методов многофакторного анализа и по этой причине ценна для использования в аналитической работе.

АМКЛ является отечественной разработкой и не имеет зарубежных аналогов.

Существуют несколько вариантов алгоритма АМКЛ. Первоначальный алгоритм опубликован в литературе [1-4]. Впервые алгоритм АМКЛ был изложен в 1983 г. в диссертационной работе Щеглова В.Н. [1]. На начальном этапе АМКЛ применялась в химической промышленности для оптимизации сложных химических процессов. В последующем этот алгоритм использовался в аналитических работах по медицине и биологии [5-20]. Особенности алгоритма и применения АМКЛ изложены в литературе [21-26], а также на сайте медицинского института Тульского государственного университета <http://www.medtsu.tula.ru/mt/amcl/amcl.html>.

Достаточно сложным этапом продвижения АМКЛ в аналитику было создание программного обеспечения, обеспечивающего высокое быстродействие и большое число анализируемых факторов [4,5,27]. Эта работа была выполнена специалистом «Компьютерного центра здравоохранения Тульской области» (Бучель В.Ф.). Программа выполнена на языке Visual C++ и позволяет обрабатывать массивы с числом факторов до 254 в режимах достижения цели (прямой расчет) и не достижения цели (расчет от обратного).

В ряде работ [1, 5] АМКЛ показана как интуиционистская логика. В качестве пояснений следует отметить, что математика с методами и логикой Л. Э. Я. Брауэра и его школы принято считать интуиционистской. Согласно интуиционистским воззрениям, предметом исследования математики являются умственные построения, рассматриваемые как таковые «безотносительно к таким вопросам о природе конструируемых объектов, как вопрос, существуют ли эти объекты независимо от нашего знания о них» (А. Гейтинг, Нидерланды). Применительно к идеологии АМКЛ с термином «интуиционистская логика» можно согласиться, поскольку понимание дизъюнкции и критика закона исключенного третьего по Л. Брауэру не противоречит основополагающей идеи АМКЛ.

Проводимые с помощью АМКЛ аналитические работы чаще всего проводились для проведения системного анализа с выявлением причинно-следственных связей.

В работах [6,14] изучалась распространенность листериоза среди различных групп населения и видов животных с определением их роли как источников инфекции. По накопленным данным построена модель, положенная в основу созданной системы анализа и управления листериозом и позволяющая вы-

являть причинно-следственные связи.

В работах [8,28] на базе мониторинга рождаемости и смертности, проводимого в здравоохранении Тульской области, осуществлялся анализ с выявлением закономерностей и слабых мест.

Результаты анализа данных государственного медико-дозиметрического регистра по Тульской области изложены в работах [7-9] с выявлением заболеваемости и смертности на территориях с правом на отселение.

В работе [19] определены значимые факторы риска развития остеопенического синдрома, что позволило предложить авторский подход к терапии остеопороза/остеопении у больных мусковисцидозом.

С помощью АМКЛ в работе [18] определены основные экологические факторы, влияющие на фенотипическую изменчивость колорадского жука: содержание железа в особях жука, шум, содержание цинка и кальция в теле особей колорадского жука, содержание марганца в почве.

Обработка данных в исследованиях, направленных на изучение шунгитовой породы, позволило установить ряд важных закономерностей [15,16].

Так в работе [16] впервые выявлены и обоснованы причинно-следственные связи между изменениями вирулентных свойств бактерий, являющихся этиологическими агентами гнойно-воспалительных заболеваний под действием ароматических, алифатических и гетероциклических углеводов в составе шунгита.

В результате анализа достоверно установлено снижение адгезивных, гемолизирующих свойств бактерий, выявлено изменение биохимических свойств и ферментативной активности условно-патогенных бактерий.

Изучение механизмов, обеспечивающих прикрепление (адгезию) бактерий к клеткам-мишеням, является эффективной предпосылкой для создания профилактических антиадгезивных препаратов на основе шунгита, направленных на снижение или предотвращение колонизации тканей хозяина. Достоверно доказано активное влияние вытяжек шунгитовой породы на гемолизирующие, ферментативные и биохимические свойства бактерий, что позволяет учитывать эту особенность при разработке противобактериальных препаратов.

С помощью АМКЛ впервые установлены структурные группы органических соединений, ответственных за различные типы биологической активности органической массы шунгитовой породы в работе [15]. Это позволило на основе системного анализа установить взаимосвязи между определенными типами биологической активности шунгитовой породы Зажогинского месторождения Карельского Заонежья по отношению к ряду культур патогенных микроорганизмов и ее вещественным составом.

В системном анализе с использованием АМКЛ в работе [20] выявлены особенности состояний функций женского организма в норме и при патологии в условиях проживания в средней полосе РФ (г. Тула) и Севера РФ (г. Сургут).

Развитие АМКЛ как направления работ в последние годы осуществлялось по трем направлениям:

- совершенствование алгоритма;
- совершенствование методологии оценки результата;
- расширение функциональных возможностей.

Совершенствование алгоритма, прежде всего, направлено на стремление получить более компактную модель. Первоначальный алгоритм осуществляет построение модели в едином вычислительном цикле и как показано в работе [4] сужает возможности модификации модели по обеспечению большей компактности. По этой причине работы по совершенствованию АМКЛ предусматривают первоначальное формирование точечного пространства с последующим получением результирующих составляющих. Идеология такого подхода и варианты алгоритмов изложены в работах [2,3,29], последний из которых приведен в работе [4].

Методологические аспекты применения АМКЛ в аналитической работе представлены методикой выделения главных результирующих составляющих, приведенной в работе [30] и использованной в работе [20], а также вариантами графического представления результирующих составляющих, облегчающих интерпретацию результата [4].

АМКЛ позволяет строить экспертные системы [4]. Для реализации этой задачи необходимо знать суммарную мощность результирующих импlicants. При этом надо иметь в виду, что простое суммирование мощностей в данном случае невозможно, поскольку факторы указаны в результирующей модели с пределами определения. По этой причине множества возможных значений факторов могут не пересекаться, что не даёт право их простого суммирования. Полученное суммарное значение мощностей результирующих импlicants принимается за 100%. Результирующие выражения формулируются в терминах русского языка в виде вопросов. Утвердительный ответ на текущий вопрос позволяет мощность, соответствующую этому вопросу, как долю от 100% суммарной мощности, суммировать со значением от предыдущего вопроса. Накопленное значение будет соответствовать вероятности достижения ожидаемого результата.

Результаты построения экспертной системы с помощью АМКЛ впервые приведены в работе обработке слабоструктурированной информации по микроэлементным нарушениям у человека [17,31]. Пути реализации экспертной системы, в том числе вычисление максимально возможной суммарной мощности, показан в литературе [31]. В работе [17] было проведено тестирование экспертных систем на основе АМКЛ и обученной нейронной сети (НС) с помощью программы R analyzer, в которой реализованы автоматическая стратегия и тактика обучения, обеспечивающих оптимальное изменение параметров обучения для достижения поставленной цели. При этом НС имела число нейронов 5, число тактов обмена 2, допустимое отклонение 5% и была полностью обучена через 231775 такт. В результате тестирования экспертных систем был сделан вывод, что АМКЛ лучше распознает класс здоровых (89%) по сравнению с 72,2% для НС и хуже распознает класс больных (75%) по сравнению с 81,2% для НС. Учитывая близость результатов и ограниченное число случаев, автор пришел к выводу, что АМКЛ обладает большей значимостью и предпочтительностью использования для построения экспертной системы [17]. В тоже время в этой работе не была решена задача универсальности технического решения, что позволило построить экспертную систему только по микроэлементным нарушениям у человека.

Универсальное программное обеспечение приведено на сайте <http://www.medtsu.tula.ru/mt/amcl/ExpSyst.pdf>. Для универсального подхода в решении различных задач создана программа, с помощью которой в экспертную систему экспортируются суммарная мощность, минимальное и максимальное значения каждого фактора, а также математическая модель в требуемом формате представления [32].

В последнее время АМКЛ как направление работ используется в аналитических расчетах и развивается специалистами Тульского государственного университета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щеглов В. Н. Алгебраические модели конструктивной логики для управления и оптимизации химико-технологических систем // Автореферат кандидата технических наук. – Л.: Технологический институт им. Ленсовета. – 1983. – 20 с.
2. Хромушин В.А. Методология обработки информации медицинских регистров.- Тула: ТГУ, 2005.- 120 с.
3. Хромушин В.А., Черешнев А.В., Честнова Т.В. Информатизация здравоохранения. Уч. пособ.- Тула: Изд-во ТулГУ, 2007.- 207 с.
4. Хромушин В.А., Хадарцев А.А., Бучель В.Ф., Хромушин О.В. Алгоритмы и анализ медицинских данных // Учебное пособие.- Тула: «Тульский полиграфист», 2010.- 123с.
5. Щеглов В.Н., Хромушин В.А. Интеллектуальная система на базе алгоритма построения алгебраических моделей конструктивной (интуиционистской) логики. // Вестник новых медицинских технологий.- Тула: НИИ новых медицинских технологий.- 1999.- №2.- С. 131-132.
6. Честнова Т. В., Щеглов В. Н., Хромушин В. А. Контекстно-развивающаяся база данных для логической интеллектуальной системы, используемой в здравоохранении //Эпидемиология и инфекционные болезни. - 2001.- №4.- С. 38 - 40.
7. Щеглов В. Н., Бучель В. Ф., Хромушин В. А. Логические модели структур заболеваний за 1986-1999 годы участников ликвидации аварии на ЧАЭС и/или мужчин, проживающих в пораженной зоне и имеющих злокачественные новообразования органов дыхания// Радиация и риск - 2002. - Вып. 13.- С. 56 – 59.
8. Хромушин В.А. Системный анализ и обработка информации медицинских регистров в регионах // Автореферат на соискание ученой степени доктора биологических наук – НИИ новых медицинских технологий.- Тула.- 2006.- 44 с.
9. Хромушин В. А., Щеглов В. Н., Бучель В. Ф. Информационно-аналитическая база Государственного медико-дозиметрического регистра по Тульской области//Сборник трудов «Экологические проблемы Тульского региона».-Тула.-2002.-С.126 - 130.
10. Щеглов В. Н. Алгоритмическая модель слабых взаимодействий и синхронизации ультраструктур нейронов// Парапсихология и психофизика. – 1998. – №1(25). – С. 51 – 55.
11. Щеглов В.Н. Редукция квантовых когерентных состояний некоторых ультрамикроструктур нейронов мозга и особые состояния сознания как процессы, описываемые алгебраическими моделями конструктивной (интуиционистской) логики// Вестник новых медицинских технологий. – 2000. – Т. 7, №2. – С. 139 – 142.
12. Щеглов В.Н., Константинова Н.В. Искусственный интеллект и электроэнцефалографические корреляты низкоуровневых воздействий // Вестник новых медицинских технологий. - 1997. - Т. IV. - №4. - С. 152 - 154.
13. Щеглов В.Н., Яшин М.А. Моделирование энергоинформационных взаимодействий в биообъекте на основе исследования гиперсинхронизации электрической активности головного мозга человека.

//Физика волновых процессов и радиотехнические системы. Изд. «Самарский университет». – Т. 2, № 1, 1999. – С. 58 – 63.

14. Честнова Т.В. Системный анализ и управление микробиологическим мониторингом при листериозе. *Автореферат доктора биологических наук*. Тула: ТулГУ, 2003. 36с.

15. Прокопченко Д.В. Системный анализ химического состава шунгитовой породы, как основы ее биологической активности. *Автореферат кандидата биологических наук*. Тула: ТулГУ, 2008. 26 с.

16. Серегина Н.В. Системный анализ изменений вирулентных свойств условно-патогенных бактерий при взаимодействии их с природными биологически активными веществами. *Автореферат кандидата биологических наук*. Тула: ТулГУ, 2008. 27 с.

17. Махалкина В.В. Обработка слабоструктурированной информации при построении базы знаний экспертной системы микроэлементных нарушений у человека. *Автореферат кандидата биологических наук*. Тула: ТулГУ, 2009. 23 с.

18. Холодова Ю.Г. Системные принципы оценки фенотипической изменчивости насекомых. *Автореферат кандидата биологических наук*. Тула: ТулГУ, 2009. 20 с.

19. Соболенкова В.С. Системный анализ в ранней диагностике и лечении остеопенического синдрома при муковисцидозе. *Автореферат кандидата медицинских наук*. Тула: ТулГУ, 2009. 30 с.

20. Хадарцева К.А. Системный анализ параметров вектора состояния организма женщин репродуктивного возраста при акушерско-гинекологической патологии. *Автореферат доктора медицинских наук*. Тула: ТулГУ, 2009. 43с.

21. Хромушин В.А., Бучель В.Ф., Честнова Т.В. Особенности использования алгебраических моделей конструктивной логики в биофизике и биологии // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. XV, № 4. – С. 174-175.

22. Хадарцев А.А., Яшин А.А., Еськов В.М., Агарков Н.М., Кобринский Б.А., Фролов М.В., Чухраев А.М., Хромушин В.А., Гонтарев С.Н., Каменев Л.И., Валентинов Б.Г., Агаркова Д.И. Информационные технологии в медицине: Монография.- Тула, 2006.- 272 с.

23. Щеглов В.Н. Вычислительные и имитационные возможности программы построения алгебраических моделей конструктивной (интуиционистской) логики (АМКЛ) в ЭЭГ-исследованиях // Тезисы докладов 22 – 25 сентября 1997 г. «Фундаментальные науки и альтернативная медицина». – Пушкино: РАН, 1997г. – С. 110 – 111.

24. Щеглов В. Н. Творческое сознание. Интуиционизм, алгоритмы и модели// - Тула: Гриф и К, 2004. - 200 с.

25. В. Н. Щеглов Алгебраические модели конструктивной (интуитивистской) логики и теория смыслов В.В. Налимова.

[http://publ.lib.ru/ARCHIVES/SCH/SCHEGLOV_Vitaliy_Nikolaevich/Scheglov_V.N._Algebraicheskie_modeli_konstruktivnoy_logiki_\[doc\].zip](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/SCH/SCHEGLOV_Vitaliy_Nikolaevich/Scheglov_V.N._Algebraicheskie_modeli_konstruktivnoy_logiki_[doc].zip), 2006. – 32 с.

26. Хромушин В.А. Использование алгебраических моделей конструктивной логики в медицине и биологии. XXXXV научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ТулГУ «ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ: ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ И КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА»: Сборник статей. - Тула, 2009.- С.147-154.

27. Хромушин В.А., Бучель В.Ф., Жеребцова В.А., Честнова Т.В. Программа построения алгебраических моделей конструктивной логики в биофизике, биологии и медицине // Вестник новых медицинских технологий.- Тула: НИИ новых медицинских технологий.- 2008.- N 4.- С.173 - 174.

28. Мартыненко П.Г., Волков В.Г., Хромушин В.А. Прогнозирование преждевременных родов: результаты алгебраического моделирования на основе конструктивной логики// Вестник новых медицинских технологий.

29. Хромушин В.А. Алгебраическая модель количественной оценки влияния значений переменных на результат // Вестник новых медицинских технологий.- Тула: НИИ новых медицинских технологий.- 2003.- №4, Т.Х.- С. 68-70.

30. Хромушин В.А., Махалкина В.В. Обобщенная оценка результирующей алгебраической модели конструктивной логики // Вестник новых медицинских технологий.- Тула: ТулГУ, 2009.- N 3.- С.39 - 40.

31. Хромушин В.А., Махалкина В.В. Использование алгебраической модели конструктивной логики при построении экспертных систем // Вестник новых медицинских технологий.- Тула: ТулГУ, 2009.- N 3.- С.40 - 41.

32. Хромушин В.А., Хромушин О.В., Минаков Е.И. Алгоритм и программа анализа результирующих импликант алгебраической модели конструктивной логики. XXXXVI научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ТулГУ «ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ: ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ И КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА»: Сборник статей. - Тула, 2010.- С.138-148.