



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИКТИ РАН

С.А. Шептунов  
«17» января 2024 г.

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на выполнение научно-исследовательских работ по теме:

**«Разработка и алгоритмизация методов нечеткой логики для поддержки принятия решений по выбору программ лечения сердечно-сосудистых заболеваний»**

### 1. Цели выполнения

Целью выполнения работы является разработка методов и систем поддержки принятия решения о программе лечения сердечно-сосудистых заболеваний.

### 2. Задачи НИР:

2.1 На основании данных о факторах риска и поражения органов - мишеней при гипертонической болезни сформировать систему информативных признаков, изучить структуру данных, выбрать адекватный математический аппарат.

2.2 Создать метод агрегации факторов риска для прогноза течения гипертонической болезни.

2.3 Разработать решающие правила для оценки риска наступления тяжелых осложнений гипертонической болезни.

2.4 Разработать программное обеспечение автоматизированной системы поддержки принятия решений врача при лечении гипертонической болезни.

2.5 Обобщить понятия транзитивности нечетких отношений на основе композиций, определяемых с помощью треугольных T-норм и S-норм и исследование влияния транзитивного замыкания на основные свойства нечетких отношений.

2.6 Разработать модели и методы для решения задачи нечеткой классификации с учетом различных типов транзитивности и исследование структуры декомпозиционного дерева.

2.7 Разработать модели и методы для решения задачи ранжирования на основе нечеткого отношения предпочтения и исследование соответствующих иерархических структур.

2.8 Экспериментально исследовать влияние выбора типов транзитивности на результаты задачи классификации и ранжирования альтернатив заданного множества.

2.9 Разработать метод построения нечетких решающих правил для прогнозирования различных типов болезней сердечно-сосудистой системы.

2.10 Предложить метод определения информативных биологически активных точек и осуществить их выбор для прогнозирования и диагностики сердечно-сосудистой патологии.

2.11 Разработать метод построения нечетких решающих правил для ранней диагностики сердечно-сосудистых заболеваний по разнородной системе признаков.

2.12 Получить набор меридианных моделей управления энергетическими характеристиками меридианных биологически активных точек сигналами, параметры которых зависят от состояния сердечно-сосудистой системы.

2.13 Синтезировать правила прогноза и ранней диагностики ряда распространенных и опасных сердечно-сосудистых заболеваний.

2.14 Разработать структуру системы поддержки принятия решений для задач прогнозирования и диагностики сердечно-сосудистых заболеваний.

2.15 Разработать многоуровневую (стратифицированную) модель консилиума специалистов.

2.16 Разработать новый метод диагностики объекта – гетерогенную диагностику.

2.17 Разработать программную реализацию и экспериментальное исследование инструментальной среды, принимающей решения.

2.18 На основе методов математической статистики разработать решающие правила для классификации пациентов с заболеванием реноваскулярной артериальной гипертензией в зависимости от степени тяжести заболевания.

2.19 Построить формальную модель дифференциальной диагностики заболевания реноваскулярной артериальной гипертензии на основе технологии интеллектуального анализа анамнестических данных и данных лабораторного исследования.

2.20 Сформировать имитационную модель лечения больных реноваскулярной артериальной гипертензией и прогнозирования исхода для выбора тактики лечения с применением адаптивных методов принятия решений.

2.21 Разработать автоматизированную компьютерную систему, предназначенную для обеспечения рациональной диагностики реноваскулярной артериальной гипертензии с целью повышения эффективности диагностики в клинических условиях.

### **3. Методы и средства исследований.**

При выполнении задач Технического задания должны использоваться методология искусственного интеллекта, методы системного анализа, теории нечеткой логики принятия решений, экспертного оценивания, статистического анализа и математического моделирования, методы теории принятия решений, теории нечетких множеств и отношений, дискретной математики, теории графов, теории исследования операций, системного анализа моделирование теории распознавания образов, нечетких множеств, прикладной статистики, экспертного оценивания и рефлексологии, язык исчисления предикатов первого порядка, теория нечетких множеств и методы нечеткой логики, алгоритм рассуждений Такаги-Сугено, генетические алгоритмы (ГА), модульные искусственные нейронные многослойные сети с прямым распространением сигнала (ИНС) и продукционные экспертные системы (ЭС), методы теории управления, добычи данных, экспертного оценивания и принятия решений, методы теории искусственного интеллекта, интеллектуального анализа данных.

#### **4. При выполнении НИР должны быть получены следующие результаты:**

4.1 На основании данных о факторах риска и поражения органов - мишеней при гипертонической болезни сформировать систему информативных признаков, изучить структуру данных, выбрать адекватный математический аппарат.

4.2 Будет создан метод агрегации факторов риска для прогноза течения гипертонической болезни.

4.3 Будут разработаны решающие правила для оценки риска наступления тяжелых осложнений гипертонической болезни, отличающиеся агрегированием различных типов продукционных нечетких правил, выбираемых в соответствии со структурой входных данных, позволяющие определять тяжесть и динамику заболевания, а также назначать программу лечения гипертонической болезни.

4.4 Будет разработано программное обеспечение автоматизированной системы поддержки принятия решений врача при лечении гипертонической болезни.

4.5 В составе разработанного программного обеспечения автоматизированной системы поддержки принятия решений врача при лечении гипертонической болезни будет разработан:

- алгоритм управления процессами принятия решений по прогнозированию, оценке степени тяжести и формированию лечебных рекомендаций при гипертонической болезни, составивший основу построения программного комплекса, поддерживающего работу врача, отличающийся возможностью улучшения параметров нечетких решающих правил, обеспечивающий высокое качество принятия решений по выбранному классу задач и эффективность работы соответствующей системы поддержки принятия решений;

- структура ядра системы поддержки принятия решений врача-специалиста для лечения гипертонической болезни, отличающаяся применением компонентной объектной

модели построения программного обеспечения, позволяющая использовать разработанные правила для определения количественной оценки риска тяжелых осложнений гипертонической болезни, а также расширять функциональные возможности и уточнять существующие механизмы расчетов в процессе эксплуатации системы.

4.6 Система информативных признаков должна быть определена на основании сведений о факторах риска и поражения органов – мишеней при гипертонической болезни.

4.7 Математический аппарат нечеткой логики принятия решений для поставленных в работе задач должен быть определен на основании разведочного анализа структуры данных.

4.8 Метод агрегации частных факторов риска для прогноза течения гипертонической болезни должен позволить повысить точность решений на основе косвенных свидетельств в условиях неполного представления исходных данных с нечеткими границами выделенных классов.

4.9 Система решающих правил для определения количественной оценки риска тяжелых осложнений гипертонической болезни должна позволять определять тяжесть и динамику заболевания на основе информации о факторах риска, поражения органов-мишеней, наличия сопутствующих заболеваний.

4.10 Алгоритм выбора медикаментозной терапии при лечении артериальной гипертензии в зависимости от риска сердечно-сосудистых осложнений, должен рассчитываться по разработанной методике при первичном и последующих обследованиях пациента в соответствии с алгоритмом назначения групп препаратов в зависимости от сведений по определенным показаниям, относительным и абсолютным противопоказаниям.

4.11 Система поддержки принятия решения врача для лечения гипертонической болезни должна использовать алгоритмы управления процессами принятия решений с определением риска возникновения тяжелых осложнений течения гипертонической болезни.

4.12 Программное обеспечение системы поддержки принятия решений должно включать дружественный для врача интерфейс и должно обеспечивать рациональное планирование лечебно-оздоровительные мероприятия у пациентов, страдающих гипертонической болезнью.

4.13 Экспериментальная проверка качества нечеткого решающего правила прогнозирования возникновения сердечно-сосудистых осложнений гипертонической болезни в сравнении с правилами SCORE должна показать улучшение основных показателей качества более чем на 5 %.

4.14 Будет обобщено понятия транзитивности нечетких отношений на основе композиций, определяемых с помощью треугольных T-норм и S-норм и исследование влияния транзитивного замыкания на основные свойства нечетких отношений.

4.15 Будет разработана модель и методы для решения задачи нечеткой классификации с учетом различных типов транзитивности и исследование структуры декомпозиционного дерева.

4.16 Будут разработаны модели и методы для решения задачи ранжирования на основе нечеткого отношения предпочтения и исследование соответствующих иерархических структур.

4.17 Будет экспериментально исследовано влияние выбора типов транзитивности на результаты задачи классификации и ранжирования альтернатив заданного множества.

4.18 При переходе от отношения преряodka к отношению нестроого порядка должна обеспечиваться сохраняемость только (max-min)-транзитивность. Должны обеспечиваться условия такого перехода и для других типов транзитивности.

4.19 Схема алгоритма нечеткой классификации, должна отличаться учетом двойственного типа композиции, позволяющего сформировать альтернативные подходы к

построению отношения подобия и на основе его декомпозиции, получить нечеткое разбиение заданного множества.

4.20 Схема алгоритма ранжирования должна отличаться основой, в которую положен переход от нечеткого отношения предпочтения, формируемого в результате экспертного опроса к нечеткому отношению совершенного порядка, декомпозиция которого позволяет построить иерархическое представление заданного множества альтернатив.

4.21 Рекомендации по выбору типа композиции при переходе к транзитивному отношению должны быть основаны на исследовании влияния выбора типа композиции на результаты задачи классификации (декомпозиционного дерева) и ранжирования альтернатив заданного множества (диаграммы Хассе).

4.22 Будет разработан метод построения нечетких решающих правил для прогнозирования различных типов болезней сердечно-сосудистой системы.

4.23 Будет предложен метод определения информативных биологически активных точек и осуществлен их выбор для прогнозирования и диагностики сердечно-сосудистой патологии.

4.24 Будет разработан метод построения нечетких решающих правил для ранней диагностики сердечно-сосудистых заболеваний по разнородной системе признаков.

4.25 Будет получен набор меридианных моделей управления энергетическими характеристиками меридианных биологически активных точек сигналами, параметры которых зависят от состояния сердечно-сосудистой системы.

4.26 Будут синтезированы правила прогноза и ранней диагностики ряда распространенных и опасных сердечно-сосудистых заболеваний.

4.27 Будет разработана структура системы поддержки принятия решений для задач прогнозирования и диагностики сердечно-сосудистых заболеваний.

4.28 Метод построения нечетких решающих правил для ранней диагностики сердечно-сосудистой патологии должен отличающийся тем, что вид и параметры функций принадлежности и правила их агрегации уточняются в процессе обучения в зависимости от структуры используемых подпространств, которые формируются по данным опроса, осмотра, инструментальных исследований и по энергетическим характеристикам проекционных зон, что позволяет получать правила принятия решений с требуемым качеством в условиях неполного и нечеткого представления исходных данных, при пересекающихся структурах классов.

4.29 Нечеткие правила для ранней диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, должны отличаться использованием разнородных данных о химических, физических, биологических и причинных факторах риска исследуемого класса заболеваний, позволяющие оценивать степень риска сердечно-сосудистой патологии с уверенностью не хуже 0,97 и выбирать рациональные схемы профилактических мероприятий.

4.30 Синтезированные правила прогноза и диагностики ранних стадий сердечно-сосудистых заболеваний, должны обеспечивать в условиях неполных и нечетко представленных данных уверенность в принимаемых решениях на уровне 0,9.

4.31 Будет разработана многоуровневую (стратифицированную) модель консилиума специалистов.

4.32 Будет разработан метод диагностики объекта – гетерогенная диагностика.

4.33 Будет разработана программная реализация и экспериментальное исследование инструментальной среды, принимающей решения.

4.34 Разработанное гетерогенное модельное поле должно включать множество моделей диагностических подзадач, релевантное разнообразию знаний экспертов из медицинского консилиума, что позволяет отобразить дополненность знаний и учесть разнообразие мнений экспертов в сложных диагностических ситуациях.

4.35 Разработанная программная реализация инструментальной среды при экспериментальном применении должно выдавать верное решение в не менее чем 92% случаев.

4.36 На основе методов математической статистики будут разработаны решающие правила для классификации пациентов с заболеванием реноваскулярной артериальной гипертензией в зависимости от степени тяжести заболевания.

4.37 Будет построена формальная модель дифференциальной диагностики заболевания реноваскулярной артериальной гипертензии на основе технологии интеллектуального анализа анамнестических данных и данных лабораторного исследования.

4.38 Будет сформирована имитационная модель лечения больных реноваскулярной артериальной гипертензией и прогнозирования исхода для выбора тактики лечения с применением адаптивных методов принятия решений.

4.39 Будет разработана автоматизированная компьютерная система, предназначенная для обеспечения рациональной диагностики реноваскулярной артериальной гипертензии с целью повышения эффективности диагностики в клинических условиях.

4.40 Модели диагностики реноваскулярной артериальной гипертензии должны быть построены на основе методов дискриминантного анализа, деревьев решений и нейронных сетей, позволяющие оптимизировать процесс постановки диагноза у пациентов по диагностическим признакам с достаточно высокой степенью точности.

4.41 Алгоритм построения рациональной схемы коррекции реноваскулярной артериальной гипертензии при медикаментозной терапии должен обеспечиваться с помощью применения имитационного моделирования и адаптивных алгоритмов, позволяющих учитывать индивидуальные особенности пациентов и тем самым повышать эффективность проводимой терапии.

## **5. Требования к разрабатываемой документации**

5.1 В результате выполнения работ должна быть разработана следующая документация:

- научно-технический отчет по результатам НИР по теме «Разработка и алгоритмизация методов нечеткой логики для поддержки принятия решений по выбору программ лечения сердечно-сосудистых заболеваний».

5.2 Результаты работ, отражающие требования, установленные в разделах настоящего Технического задания должны быть разработаны в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32 – 2017.

Научный руководитель,  
Директор НЦМУ «ЦБиПЗ»  
вед. науч. сотр., д-ра техн. наук, проф.



---

Червяков Л.М.