



**О.Е. БЕЗБОРОДОВА,
М.Н. КРАММ
К.А. ОЖИКЕНОВ,
А.К. ОЖИКЕНОВА
Б.О. ОМАРБЕКОВ**

**МУЛЬТИАГЕНТНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
В МЕДИЦИНСКИХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ
СИСТЕМАХ**

МОНОГРАФИЯ



На правах рукописи

БЕЗБОРОВА ОКСАНА ЕВГЕНЬЕВНА
КРАММ МИХАИЛ НИКОЛАЕВИЧ
ОЖИКЕНОВ КАСЫМБЕК АДильБЕКОВИЧ
ОЖИКЕНОВА АЙМАН КАСЫМБЕКОВНА
ОМАРБЕКОВ БЕКНУР ОРАЗГАЛИЕВИЧ

**МУЛЬТИАГЕНТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ
СИСТЕМАХ**

Монография

Под редакцией профессора О.Н. Бодина

Алматы 2021

УДК 61
ББК 53.6
М 90

Рецензенты:

Е.Т. Утенбергенов, доктор технических наук, профессор кафедры
Автоматизация и управления Алматинского университета энергетики и связи;
А.К. Джусипов, доктор медицинских наук, профессор,
заслуженный деятель науки РК.

**Безбородова О.Е., Крамм М.Н., Ожигенов К.А., Ожигенова А.К.,
Омарбеков Б.О.** под редакцией профессора **О.Н. Бодина.**

**М 90 Мультиагентные технологии в медицинских информационных
системах** / монография. – Алматы: ТОО «Лантар Трейд», 2021 – 314 стр.

ISBN 978-601-7659-14-1

Настоящая монография относится к области цифровой медицины и посвящена реализации биофизического подхода в неинвазивной кардиодиагностике. Предлагаемая авторами парадигма построения медицинских информационных систем основана на гетерогенной группе интеллектуальных агентов, обеспечивающих повышение достоверности методов неинвазивной кардиодиагностики с учётом индивидуальных особенностей пациента. Совместное использование различных методов обработки кардиографической информации, реализованных в автономных интеллектуальных агентах, а также использование облачных вычислений и различных методов обеспечения информационной поддержки и принятия решений позволяет создавать качественно новые медицинские информационные системы для решения задач неинвазивной кардиодиагностики.

Монография содержит четыре главы. В первой главе рассмотрены основные особенности медицинских информационных систем. Вторая глава посвящена интеллектуализации медицинских информационных систем на основе мультиагентных технологий. В третьей главе подробно описаны разработанные авторами оригинальные решения обратной задачи электрокардиологии и модели электрической активности сердца. Четвертая глава посвящена новому подходу к построению медицинских информационных систем на основе мультиагентной технологии для определения электрофизиологических характеристик сердца. При этом основное внимание уделено реализации системы поддержки принятия врачебных решений на базе интеллектуальных агентов.

Монография представляет интерес для специалистов в области создания медицинских информационных систем и методов обработки кардиографических сигналов, а также будет полезна студентам соответствующих направлений подготовки.

**УДК 61
ББК 53.6**

ISBN 978-601-7659-14-1

© Безбородова О.Е., Крамм М.Н., Ожигенов К.А.,
Ожигенова А.К., Омарбеков Б.О.
под редакцией профессора О.Н. Бодина., 2021
© ТОО «Лантар Трейд», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень принятых сокращений.....	6
Предисловие.....	9
Введение.....	13
ГЛАВА 1. Современные технологии обработки информации в медицинских информационных системах.....	19
1.1. Современные медицинские информационные системы.....	19
1.1.1 Стандарты медицинской информации.....	19
1.1.2 Структура, функции и характеристики медицинских информационных систем.....	27
1.1.3. Системы поддержки принятия врачебных решений...	37
1.2. Единая государственная информационная система в сфере здравоохранения и стандарты обмена информацией.....	45
1.3. Современные технологии обработки информации.....	53
1.3.1 Дорожная карта «Научные прорывные технологии»	53
1.3.2. Интеллектуализация информационных систем.....	58
1.3.3. Облачные технологии и вычисления.....	65
1.4. Препредиктивная, превентивная и персонализированная медицина.....	70
1.5. Пути совершенствования медицинских информационных систем.....	73
ГЛАВА 2. Интеллектуализация медицинских информационных систем на основе мультисистемных технологий.....	76
2.1. Концепция мультисистемных технологий в медицинских информационных системах.....	76
2.1.1. Особенности модели OSI в медицинских информационных системах.....	76
2.1.2. Функциональная модель интеллектуального агента....	82
2.1.3. Модели информационного взаимодействия в медицинских информационных системах.....	88
2.2. Разработка структуры мультисистемной системы.....	97
2.2.1. Функциональная модель мультисистемной системы.....	97

2.2.2. Диаграммы последовательностей мультиагентной системы.....	103
2.2.3. Структура медицинской информационной системы медицинской организации на основе мультиагентной технологии.....	108
2.3. Оптимизация лечебно-диагностической медицинской помощи.....	112
2.3.1. Формирование медико-экономических групп.....	112
2.3.1.1. Экономическая целесообразность использования медико-экономических групп.....	112
2.3.1.2. Агент ведения базы данных лекарств и процедур.....	118
2.3.1.3. Агент формирования базы электронных медицинских карт.....	123
2.3.2. Индивидуализация лечебно-диагностической медицинской помощи.....	124
2.3.2.1. Персонализация медицинской помощи.....	124
2.3.2.2. Агент индивидуализации схемы лечения.....	125
2.3.2.3. Агент прогноза течения и исхода болезни.....	128
2.3.2.4. Агент информационной надежности.....	131
2.4. Выводы к главе 2.....	137
ГЛАВА 3. Цифровой двойник сердца.....	139
3.1. Моделирование и цифровые двойники в медицине.....	139
3.1.1. Моделирование в медицине.....	139
3.1.2. Цифровой двойник.....	143
3.2. Компьютерная 3D модель сердца.....	150
3.2.1. Предлагаемый подход к построению 3D модели сердца.....	150
3.2.2. Текстурирование компьютерной 3D модели сердца....	155
3.3. Реализация цифрового двойника сердца.....	162
3.3.1. Определение электрической активности сердца.....	162
3.3.2. Определение ионных токов эпикарда.....	174
3.3.3. Построение эквивалентного электрического генератора сердца.....	196
3.3.3.1. Эквивалентный электрический генератор сердца поверхностного типа.....	196
3.3.3.2. Эквивалентный электрический генератор сердца дипольного типа.....	199
3.3.4. Моделирование распространения возбуждения.....	203
3.4. Выводы к главе 3.....	218

ГЛАВА 4. Использование мультиагентной системы для обработки кардиологической информации.....	220
4.1. Мониторинг состояния сердца с использованием мультиагентной технологии.....	220
4.2. Оценка состояния сердца с использованием мультиагентной технологии.....	225
4.2.1. Экспресс-оценка электрической стабильности сердца.....	225
4.2.2. Оказание экстренной кардиологической помощи.....	229
4.2.3. Диагностика инфаркта миокарда.....	234
4.3. «Облачные» вычисления в МИС с использованием мультиагентной технологии.....	251
4.3.1. Вычислительная модель МИС с использованием мультиагентной технологии и государственного единого облачного пространства.....	251
4.3.2. Анализ кардиографической информации с использованием облачных вычислений.....	258
4.4. Автоматизированное рабочее место врача-кардиолога МИС с использованием мультиагентной технологии.....	270
4.4.1. Структурная схема автоматизированного рабочего места врача-кардиолога.....	270
4.4.2. Функциональные особенности модуля «Мониторинг» автоматизированного рабочего места врача-кардиолога.....	274
4.4.3. Функциональные особенности модуля «Управление доступом» автоматизированного рабочего места врача-кардиолога.....	278
4.4.4. Функциональные особенности модуля «Техническая поддержка» автоматизированного рабочего места врача-кардиолога.....	282
4.4.5. Функциональные особенности модуля «Соглашение» автоматизированного рабочего места врача-кардиолога.....	286
4.5. Выводы к главе 4.....	288
Заключение.....	289
Список литературы.....	293

**МУЛЬТИАГЕНТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ
СИСТЕМАХ**

Монография

Подписано в печать 20.01.2021.
Формат 60х80/1/16. Усл. печ. стр. 19,6.
Печать офсетная. Тираж 500 экз.
Заказ № 002802.

ОО «ЛантарТрейд»
Тел.: +7 702 251 02 17
e-mail: lantar2018@mail.ru
г.Алматы, ул.Егизбаева, 7В, оф.704.

