

Академия наук Украины
Институт кибернетики имени В. М. Глушкова

На правах рукописи

ЧУГУНКИНА Эмма Викторовна

УДК 616-073.916 + 911-072-07:681.31

**ТЕХНОЛОГИЯ АЛГОРИТМИЗАЦИИ ЛОГИКИ ВРАЧА
ПРИ СОЗДАНИИ МЕДИЦИНСКИХ БИОТЕХНИЧЕСКИХ
СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

05.13.09 — управление в биологических и медицинских системах (включая применение вычислительной техники)

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Киев 1992



00815080 (M)

Работа выполнена в Научно-исследовательском институте клинической и экспериментальной терапии Министерства здравоохранения и социального обеспечения Республики Грузия.

Научные руководители: доктор технических наук
ГЕДЕВАНИШВИЛИ Г. С.,
доктор биологических наук,
профессор АНТОМОНОВ Ю. Г.

Официальные оппоненты: доктор технических наук
КУССУЛЬ Э. М.,
доктор медицинских наук
СЕРЕБРЯНЫЙ Р. С.

Ведущая организация: Институт медицинской информатики
и комплексной автоматизации МЗ
и СО Республики Грузия.

Защита состоится « ————— » 19 г. в —————
часов на заседании специализированного совета Д 016.45.05
при Институте кибернетики имени В. М. Глушкова АН Ук-
раины по адресу:

252028 Киев 28, проспект Науки, 41.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-техническом
архиве института.

Автореферат разослан « ————— » ————— 19 г.

Ученый секретарь
специализированного совета

КОЗАК Л. М.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Формирование банка знаний биотехнических систем (БТС) поддержки принятия решения врача при диагностике и лечении представляет собой большую (сложную) проблему. Речь идет не о наполнении знаний формальными математическими методами и алгоритмами, которые используются при решении технических задач. Проблема состоит в непрерывной интеллектуализации банка знаний БТС. При этом по мере накопления опыта интуитивное мышление врача должно переходить в банк знаний. Безусловно эта проблема остается всегда актуальной.

В настоящее время БТС включает в себя достаточно большой спектр систем различного уровня сложности. Различают экспертные системы (жесткие и обучаемые) (О.В.Ковригин, Д.А.Ларищев, Г.С.Поспелов), медико-технические системы мониторинга (В.А.Полишук, О.П.Минцер), инженерно-физиологические (В.Н.Новосельцев, Ю.Г.Антомонов, О.И.Гонджилашвили). Данная работа посвящена систематизации и модернизации существующих методов и алгоритмов, разработке новых, в максимальной степени учитывающих логико-эвристическое и интуитивное мышление врача. Это позволит для БТС любого типа повысить интеллектуальность банка знаний, что, в свою очередь, позволит повысить достоверность решения задач диагностики и эффективность управления (лечения).

Понятно, что работы по математическому обеспечению медицинских систем ведутся многими исследователями. При этом алгоритмическое и математическое обеспечение таких задач порой чрезвычайно усложнено, что вряд ли соответствует логико-эвристическому мышлению врача при постановке диагноза и выборе управляющих воздействий. Вместе с тем отметим, что целенаправленный синтез методов и алгоритмов в зависимости от сложности решаемых задач, методов съема информации, сложности объекта диагностики и управления (лечения) до сих пор практически не проведен.

Цель настоящей работы состоит в разработке методов целенаправленного конструирования новых алгоритмов при создании биотехнических систем поддержки диагностических решений в медицине, основанных на изучении логики врача.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- 1) провести анализ и синтез существующих методов и алгоритмов диагностики;
- 2) исследовать методы алгоритмизации медицинских диагностических систем и выявить их роль и место технологии создания алгоритмов, основанных на формализации логики врача;
- 3) разработать методы и алгоритмы распознавания дискретно-визуального объема медицинской информации;
- 4) разработать методы и алгоритмы распознавания дискретно-цифровой информации при радиологическом съеме информации;
- 5) разработать методы и алгоритмы распознавания медицинской информации при визуально-аналитическом съеме;
- 6) разработать основные правила технологии алгоритмизации логики врача при создании биотехнических систем поддержки диагностических решений;
- 7) разработать методическое и математическое обеспечение алгоритмизации логики врача.

Основные положения, выносимые на защиту. На защиту выносятся следующие положения:

- композиция логических выводов, вычислительных процедур и численных методов анализа является необходимой и часто достаточной для алгоритмизации логики мышления врача при решении задач диагностики;
- технология алгоритмизации логики врача включает:
 - а) преодоление барьера коммуникативности;
 - б) преодоление барьера консервативности, который связан со спецификой деятельности;
 - в) обсуждение предметной области;
 - г) систематизация первичного информационного материала;
 - д) верификация и формализация языка (семантика);
 - е) зависимость конструирования алгоритмов от вида съема информации.

Научная новизна состоит в следующем:

- постановка и решение задачи минимизации сложности математического аппарата алгоритмов диагностики состояния различных систем организма (гепатобилиарная и т.д.) с максимальным отражением логики мышления врача;
- разработка правил технологии алгоритмизации логики врача, включающих этапы социального и профессионального общения;

- разработка алгоритмов "интеллектуальной" диагностики систем.

Практическая значимость. Разработанное алгоритмическое и программное обеспечение составило основу банка знаний следующих БТС поддержки принятия решения врача для диагностики:

- функционального состояния сердечно-сосудистой системы по данным психоэмоциональной нагрузки;
- функционального состояния системы внешнего дыхания по данным радиопульманографии;
- функционального состояния гепатобилиарной системы по данным гаммагепатохолецистографии;
- состояния верхнего и нижнего отделов желудочно-кишечного тракта по эндоскопическим данным;
- состояния гепатобилиарной системы, селезенки и поджелудочной железы по данным ультразвуковых исследований;
- состояния системы гемостаза по данным коагулографии.

Апробация работы. Основные материалы диссертации доложены на III Республиканской конференции по применению математических методов и вычислительной техники (Тбилиси, 1983), IY симпозиуме по применению математических методов и ЭВМ в медико-биологических исследованиях (Гагра, 1985), XI Всесоюзном съезде рентгенологов и радиологов (1984), Пленуме правления Всесоюзного научного общества рентгенологов и радиологов (Киев, 1988), научной сессии НИИЭКТ (Тбилиси, 1988), IY Республиканской конференции по медицинской информатике и биоинженерии (Тбилиси, 1990).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 научных статей, имеется 2 отчета по научно-исследовательской работе.

Структура работы. Диссертация содержит введение, четыре главы, заключение, выводы и список литературы. Изложена на 153 страницах машинописного текста, имеет 12 рисунков и 17 таблиц. Список литературы включает 328 источников, из них 175 отечественных и 153 иностранных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность проблемы, сформулированы цель, задачи исследования и положения, выносимые на защиту, отмечены научная новизна и практическая значимость.

В первой главе проведен аналитический обзор задач алгоритмизации медицинской информации, математических методов, которые при этом используются и в работе по проблеме алгоритмизации логики врача.

Алгоритмизация медицинской диагностики является важным звеном в технологии синтеза и разработке комплексов биотехнических систем поддержки диагностических решений в медицине. В связи с этим чрезвычайно важной представляется задача правильной алгоритмизации медицинской диагностики, обеспечивающей надежность и объективность в поддержке принятия решений врача. Алгоритмизация медицинской диагностики сталкивается с рядом сложностей, и на этапе вычлнения медицинских знаний невозможно обойтись без совместной работы врачей и математиков на уровне экспертных систем или проведения "диагностических игр".

Математические методы, используемые для алгоритмизации медицинской диагностики, разнообразны и выбор их, как правило, зависит от особенностей избранной предметной области и сложности диагностируемой системы. В этой главе подробно и критически рассмотрен широкий спектр математических методов диагностики. Среди вероятностных методов построения диагноза рассмотрены Байесовский и небайесовский подходы, последовательный анализ Вальда. Далее рассмотрен метод фазового интервала, метод диагностики с использованием математических моделей, особенности компартментального анализа. Критически сопоставляются между собой некоторые алгоритмы теории распознавания образов. Рассмотрены методы дискриминантного анализа и полиномов сходства.

В последнем параграфе данной главы практически в обзорном плане поставлена и рассмотрена проблема алгоритмизации логики мышления врача. Отмечается важный этап структуризации фрагментарной и бессистемной информации врача. Полная и непротиворечивая база знаний диагностической системы может быть создана лишь путем использования структуризированной процедуры экспертного опроса, позволяющей получить от эксперта всю необходимую для заполнения базы знаний информацию. Естественно, что логика подобной процедуры должна быть взаимосвязана с логикой организации баз данных данной системы.

Во второй главе представлена модификация общепринятых методов в медицинской диагностике и дан анализ причин необ-

ходимости модификации в зависимости от сложности решаемой задачи, метода съема информации и сложности диагностируемой системы.

Определенных общепринятых критериев оценки сложности решаемых задач не существует, сложность определяется по количеству информации для обработки на входе или по количеству возможных диагностируемых состояний на выходе.

На примере алгоритма диагностики функционального состояния сердечно-сосудистой системы методом психоэмоциональной пробы проведена модификация алгоритма распознавания, основанного на вычислении оценок (АВО). Суть алгоритма АВО состоит в том, что основная информация заключена не в отдельных признаках, а в их сочетаниях, и степень похожести объекта определяется не последовательным сопоставлением признаков, а сопоставлением всех определенных сочетаний признаков, входящих в описание объекта. Модификация алгоритма состоит в том, что опорные множества определяются по функциональному использованию параметров в признаках,

$$Y = (L_1, L_2, \dots, L_5),$$

и по их информативности. Всего их выделено 3:

- 1) $\langle L_1, L_2, L_3 \rangle$,
- 2) $\langle L_4, L_5 \rangle$,
- 3) $\langle L_1, L_3, L_2 \rangle$.

В третьем опорном множестве изменен порядок по значимости признаков, если в первом опорном множестве приоритетным является признак L_2 , то в третьем им является признак L_3 . При этом параметры метода АВО ε и $\delta = 0$

Таблица соответствий опорных множеств классам имеет вид:

Класс		L_1	L_2	L_3	L_4	L_5
I	2	3	4	5	6	7
I	S_1	3	3	3	6	6
Норма	S_2	3	3	2	6	6
	S_3	3	2	3	6	6
	S_4	2	3	3	6	6

I	2	3	4	5	6	7
2	S_2^I	3	3	3	6	6
Дизадаптация I степени	S_e^I	3	3	3	6	6
3	S_2^A	3	0			
Дизадаптация II степени	S_2^{II}	3	1			
	S_3^{II}	3	2	3		
	S_4^{II}	3	2	3	6	
	S_5^{II}	3	2	3	6	6
4	S_1^{III}	0				
Дезадаптация	S_2^{III}	1				
	S_3^{III}	2	3			
	S_4^{III}	2	3	3		
	S_5^{III}	2	3	3	6	
	S_6^{III}	2	3	3	6	6

L_1 - оценки показателя АД, ДД, ЧСС в состоянии покоя до начала исследования;

L_2 - оценки показателей АД, ДД, ЧСС в динамике относительно их значений в состоянии покоя до начала и после окончания исследования;

L_3 - оценки показателей АД, ДД, ЧСС в состоянии покоя после окончания исследования;

L_4 - оценки показателей АД, ДД, ЧСС по их максимальным и минимальным значениям, определенным в интервале I, 3, 5 минут исследования;

L_5 - оценки показателей АД, ДД, ЧСС на 3, 5 минутах, вычисленных по отношению к значениям на I мин. исследования, при условии АД (ДД, ЧСС), АД (ДД, ЧСС) 3, 5 мин.

Анализ показателей производится по данным значений показателей в норме и за ее пределами. Модифицированный метод был внедрен в медицинскую практику для определения состояния операторов. Верификация алгоритма с диагностическими заключениями врачей показала совпадение в 98% случаев.

При разработке БТС медицинского назначения в различных предметных областях, естественно, используются разнообразные методы съема информации, которые позволяют классифицировать их на дискретно-цифровую, дискретно-визуальную, визуально-аналитическую.

Дискретно-цифровую информацию получаем в результате ее съема при помощи аналоговых устройств или интерфейсов, установленных на разнометрических (рентгенологических, электрокардиографических и т.д.) приборах. Дискретно-визуальная информация представляет собой данные, получаемые в процессе визуального исследования при эндоскопическом, ультразвуковом и других визуальных методах исследования.

Визуально-аналитическая информация - это комплекс данных, определяемый исследователем при визуальном определении степеней патологических изменений в сочетании с некоторыми простыми вычислительными процедурами. Как правило, это лабораторные методы исследования, такие, как биохимические, коагулографические и т.д.

Для дискретно-цифрового метода съема информации разработан комплекс методов морфо-семантического и логико-последовательного анализа динамических кривых радиодульмонографии, характеризующих функцию внешнего дыхания. Этот метод позволил решить задачу распознавания опорных (амплитудных и временных) точек 13 кривых. Немаловажным фактором, влияющим на объективность определения амплитудно-временных параметров, является определение момента начала исследования, соответствующего моменту появления РЭП в органах. Как правило, это выглядит резким подъемом кривой над фоновым уровнем. Для определения момента начала исследования разработан специальный итерационный алгоритм, а также алгоритмы распознавания этапов анализа функции внешнего дыхания.

Согласно методике исследования, анализ состоит из четырех этапов, соответствующих альвеолярной вентиляции, жизненной емкости легких, максимальной вентиляции и остаточному объему и скорости вымывания РЭП из легких. Алгоритмы внедрены в медицинскую практику для автоматической обработки спирограммы, радиодульмонограмм и кривых легочного кровотока. С целью оценки работоспособности алгоритмов и программных средств была проведена верификация. Результаты верификации выявили правильность

выбранных принципов и высокую работоспособность программы - 97%.

Информация, получаемая в результате дискретно-визуального исследования в случае эндоскопии и ультразвуковым исследованием формализуется врачом по окончании исследования, как правило, в виде краткого описания, протокола.

Разработанные адаптивные алгоритмы управления процессом исследования (ЛУПИ), а соответственно, и сбором информации в виде дискретно-визуальных данных исследования позволяют адаптировать системы к каждой конкретной ситуации по сведениям об оперативных вмешательствах, проведенных на пациенте, или по некоторым данным, определенным в процессе диалога врача-исследователя с ЭВМ; или стеной, проводимыми самой системой.

Алгоритмы ЛУПИ обеспечивают:

сбор паспортных данных исследуемого; сбор данных об оперативных вмешательствах, проведенных когда-либо исследуемому; автоматическое адаптирование системы для выбора схемы исследования; управление процессом исследования; сбор данных визуальных исследований; формирование векторов пациента по каждому исследуемому органу; распознавание состояния каждого органа; формирование эндоскопической картины; формирование эндоскопического диагностического заключения по отдельным состояниям; формирование адаптивного диагностического заключения; архивирование данных исследования (по выбору); обработку данных из архива; контроль ввода информации; распечатку протокола для обучения; распечатку выходного документа.

Сложность диагностируемой системы определяется не только количеством состояний системы, но и методами интерпретации данных. В рассматриваемой системе функционального состояния гепатобилиарной системы методом радионуклидной гепатохолестистографии (по оценке количественных показателей) на выходе находится 5-8 состояний, в то время как визуальный анализ в сочетании с количественным на выход выдает 14 состояний системы. В связи с этим поставлена и решена задача синтеза алгоритмов визуальной оценки кривых - одной или в комплексе.

В третьей главе представлены разработка и исследование логико-эвристических методов диагностики и эскизно описано конструирование алгоритма диагностики, т.е. алгоритма извле-

чения нового знания. Логико-эвристический метод диагностики включает: идентификацию интуитивной постановки диагностического заключения; выявление нетестируемых критериев и правил; построение модели алгоритма диагностики.

Процесс извлечения знаний можно разделить на шесть основных этапов: опрос с наводящими ответами, структурированный опрос, самонаблюдения, самостчет, диалог и критический опрос. Общеизвестное решение этой проблемы, согласно литературным источникам, пока не существует. Ниже приведены разработанные нами правила, необходимые на этапах извлечения знания.

Первое правило коммуникативности - "ведущий" на первой стадии специалист должен быть психологически подготовлен, доверительно и доброжелательно настроен по отношению к напарнику и, по возможности, общителен.

Правило второе - консервативность заключается в том, чтобы "ведущий" специалист в данном случае математик, был достаточно компетентен в своей области, для того чтобы "подготовить напарника" к будущей работе, учитывая тот фактор, что врач - не математик и в большинстве случаев прикрыт некоторым "профессиональным барьером". Преодолев этот барьер и дав возможность врачу понять, что математика занимается не только статистической обработкой результатов экспериментов, можно быть уверенным, что успех в работе обеспечен.

Правило третье - обсуждение предметной деятельности должно быть односторонним, "ведущим" на этом этапе становится врач-эксперт. В начале процесса обсуждения предметной области, врач, как правило, пользуется интегральным вербальным описанием. Поэтому следует разбить процесс описания на несколько этапов. Количество этапов и их продолжительность зависят от специфики последования. Управление этими этапами позволяет математику декомпозировать интегральные оценки врача для последующего анализа.

Правило четвертое - "чистота" - систематизация. Материал, полученный в результате обсуждения предметной области, требует систематизации или для статистической обработки, или для выработки критериев, правил и т.д. В процессе систематизации уже, как правило, вырисовывается модель будущего алгоритма или его варианты.

Правило пятое - верификация модели алгоритма на уровне "диагностических игр".

"Диагностические игры" проводятся как для врача, так и для математика. В играх имитируются реальные ситуации в два этапа. На первом этапе используется так называемый эталонный материал, объединенный по нозологическому и возрастному признакам и соответствующий конкретной патологии, выявленной в процессе исследования. На втором этапе используется "свежий" материал, не вошедший в эталонный.

Правило шестое заключается в верификации и формализации языка (семиотике). Этот этап работы с врачом является завершающим в рамках выявления знаний врача для идентификации интуитивной постановки диагностического заключения.

Построение модели алгоритма диагностики требует системного подхода и является основой выведения знаний из данных и системного представления. Системное представление алгоритма диагностики является оптимальным упрощением его описания, когда из реального описания метода принятия решения (врачом) вычленяется отражающий его сущность комплекс алгоритмов. Комплекс алгоритмов является иерархической системой (A_1, A_2, \dots, A_n), которая позволяет представить диагностируемую систему в виде модели алгоритма диагностики и облегчить диагностику на разных ее уровнях, которые обладают относительной автономией.

Конструирование алгоритма диагностики включает разработку общей структуры алгоритма диагностики предметной области и выбор математического аппарата - от элементов математического анализа, морфо-семантического и статистического анализа для количественной информации, формализации, структуризации и классификации качественных показателей, до методов распознавания образов.

Основное правило при подготовке к конструированию алгоритмов диагностики - определение высокой информативности и достоверности параметров, переменных и характеристик, используемых для диагностики процесса (например, поведение кривой), или диагностических заключений в норме и патологии. Естественно, что для этого материал должен быть строго верифицирован.

В зависимости от структуры и семантики первичных данных, их интерпретации врачом конструктор определяет математические методы, которые он должен применить при создании моделей

алгоритмов и в последующем — программных средствах. Таким образом, эффективность выделения информативных признаков исследуемого процесса (управления или физиологического) обеспечивается определением семантически важной информации.

Это правило действует и при работе с качественными показателями. Общеизвестно, что факторы, влияющие на объективность исследования, или его интерпретацию можно разделить на: а) связанные непосредственно с используемой медицинской методикой проведения исследования; б) зависящие от знания врачом-исследователем предметной семиотики, умением оперировать ею для постановки диагностического заключения. Первый фактор в нашу компетенцию не входит, но второй исключает унифицированная и формализованная семиотика.

Второе основное правило заключается в том, что конструктор совместно с врачом-экспертом должен унифицировать и систематизировать семиотику по состояниям, выделить для конкретных патологий наиболее информативные признаки или синдромы, разработать оптимальные критерии для распознавания патологий в виде синдромных или диагностических заключений и формализовать их в виде таблиц эталонов.

Следующим этапом работы является разработка алгоритмов автоматического распознавания информативных опорных точек в случае дискретно-цифровой информации или способов сбора и хранения в случае визуально-дискретной и визуально-аналитической информации.

Завершающим этапом конструирования алгоритма диагностики является разработка алгоритмов распознавания состояния биосистем в норме и патологии по уже сформированной базе данных и знаниях конструктора в этой предметной области. Основной задачей разработки этого класса алгоритмов является классификация — отнесение вектора пациента (векторов — в случае эндоскопии) к некоторым классам из заданных эталонов. Для разработки этих алгоритмов используются методы теории распознавания образов. В нашем случае мы использовали подходы Ю.И. Журавлева и его школы, применяя при этом разнообразные возможности для отображения процесса мышления врача.

В задачах, для которых трудно строить формальные теории и применять классические математические методы, поскольку они применяются в предметной области, в которой уровень формали-

зации, или доступная информация таковы, что не могут составить основу для синтеза строгой математической модели, отвечающей классическим математическим законам, допускают изучение процессов мышления классическими аналитическими или численными методами.

В четвертой главе представлены описания двух пакетов программ для БТС поддержки принятия решения врача в радиопульмонологии и при исследовании желудочно-кишечного тракта. Эти описания приведены в связи с тем, что пакеты программ являются примерами нетрадиционных решений постановки диагноза по динамическим кривым внешнего дыхания для дискретно-цифрового съема информации (радиопульмонология) и детального пространственного исследования желудочно-кишечного тракта методом эндоскопии. Пакеты программ апробированы и используются в медицинской практике.

В заключении обсуждаются особенности итерационного процесса интеллектуализации банка знаний БТС на основе разработанных правил и алгоритма выявления знаний врача и алгоритмизации его опыта при работе не только в рамках самостоятельной врачебной "единицы", принимающей решение, но и в контурах действующих БТС поддержки принятия решений врача.

В В О Д Ы

1. Композиция логических выводов, вычислительных процедур, численных методов анализа и методов распознавания образов является необходимой и достаточной для алгоритмизации логики мышления врача при решении задач диагностики клинико-инструментальных и лабораторных методов исследования.

2. Технология алгоритмизации логики врача должна включать следующие этапы:

- субъективный контакт с врачом (коммуникативность, консервативность);
- обсуждение предметной области;
- лингвистическое взаимопонимание;
- формализованная алгоритмизация.

3. Выбор алгоритмов для реализации логики врача определяется структуризацией медицинской информации, а не удачным выбором программ и алгоритмов.

4. Разработанная технология алгоритмизации логики врача позволяет получить универсальные методы и алгоритмы для

— дискретно-цифровой медицинской информации (радиология);

— визуально-дискретной эндоскопии, ультразвуковые исследования;

— визуально-аналитический (коагулография).

5. Математическое обеспечение банка знаний каждой БТС включает в себя формализацию всех этапов логики мышления врача, начиная от распознавания опорных точек, информативных зон анализируемой информации через визуально-качественную и критериальную диагностику до формирования клинического медицинского заключения.

6. Алгоритмы анализа визуально-дискретной информации разрабатываются на комплексе пространственно-информационных распознающих матриц с использованием адаптивных управляющих алгоритмов. Адаптивные управляющие алгоритмы зависят от экзогенных и эндогенных факторов.

7. Разработанное методическое и математическое обеспечение легло в основу программных средств шести медицинских БТС поддержки диагностических решений для клинико-инструментальных и лабораторных методов исследования.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Применение средств вычислительной техники в исследованиях гепатобилиарной системы / Г. С. Гедеванишвили, К. Л. Гиоргадзе, Э. В. Чугункина и др. // Респ. конф. по применению мат. методов и вычисл. техники в здравоохранении и медицине, 13—15 дек. 1983 г. — Тбилиси, 1983. — С. 71—72.

2. Автоматизированные системы для функциональных радиоизотопных исследований / Г. С. Гедеванишвили, И. Е. Пекар, Э. В. Чугункина и др. // Тез. докл. IV симп. по применению мат. методов и ЭВМ в мед.-биол. исследованиях, Гагра, 29—30 окт. 1985 г. — М., 1985. — С. 216—217.

3. Автоматизированная система оригинальной конструкции для обработки кривых радионуклидных исследований / К. Л. Гиоргадзе, Л. А. Сурмава, Г. С. Гедеванишвили, Э. В. Чугункина // Материалы XI Всесоюзного съезда рентгенологов и радиологов, Таллинн, 2—4 окт. 1984 г. — Таллинн, 1984. — С. 702.

4. Система автоматизированной оценки функционального состояния точек по данным ренографии / Г. С. Гедеванишвили, К. Л. Гиоргадзе, Э. В. Чугункина и др. // Тез. докл. науч. сессии НИИЭКГ (17—18 окт. 1986 г.). — Тбилиси, 1986. — С. 32—34.

467230

5. Опыт использования системы результатов ренографии / Г. С. Гедеванишвили, Э. В. Чугункина и др. // Вопр. биол. и мед. техники. — Тбилиси, 1987. — С. 102—130.

6. Исследование и разработка автоматизированной системы радиопульмонографии с Xe^{133} / К. Л. Гиоргадзе, Н. Б. Пирмисашвили, Э. В. Чугункина и др. // Материалы пленума правления Всесоюз. науч. о-ва рентгенологов и радиологов. — Киев, 1988. — С. 15—18.

7. Гиоргадзе К. Л., Пирмисашвили Н. Б., Чугункина Э. В. Автоматизированная система радиопульмонографии: Метод. рекомендации. — Тбилиси, 1988. — 24 с.

8. Киплидзе Н. Н., Гедеванишвили Г. С., Чугункина Э. В. Опыт применения ЭВМ в клинической медицине // Вестн. АМН СССР. — № 8. — 1988. — С. 43—46.

9. Гедеванишвили Г. С., Кантария П. М., Чугункина Э. В. Опыт применения ЭВМ в обработке данных эзофагодуоденоскопии // Материалы науч. сессии НИИ ЭКГ (20—21 окт. 1988 г.) — Тбилиси, 1988. — С. 257—259.

Подп. в печ. 29.06.92. Формат 60×84/16. Бум. кн. журн. Офс. печ. Усл. печ. л. 0,70. Усл. кр.-отт. 0,93. Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 972.

Редакционно-издательский отдел с полиграфическим участком
Института кибернетики имени В. М. Глушкова АН Украины
252207 Киев 207, проспект Академика Глушкова, 40