

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ
ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В МЕДИЦИНЕ**
(обзор литературы)

Е.Н. ШЕКИНА

*ФБГОУ ВПО «Юго-Западный Государственный университет»,
ул. 50 Лет Октября 94, г. Курск, 305040, Россия, e-mail: ElenaShchekina@mail.ru*

Аннотация. Обзор литературы посвящен развитию системного подхода и общей теории систем в области медицины, а также их практическому использованию при создании программных комплексов систем поддержки принятия решений в клинической медицине. В статье рассматриваются аспекты формирования системного подхода в медицине, указываются препятствия в виде большого количества знаний, накопленных в различных областях науки и их «оторванность» друг от друга. Подчеркивается роль системного подхода в слиянии достижений медицинской науки и техники для развития программных комплексов систем принятия решений. Проводится оценка созданных и описанных в литературе различных систем, направленных на повышение эффективности прогнозирования, диагностики, профилактики и лечения различных заболеваний. В заключении обсуждается соответствие принципа «Лечить нужно больного, а не болезнь» по отношению к интеллектуальным системам в виде построения «модели больного», который ввиду значительных трудностей реализации данного подхода не нашел реального отражения в построении существующих экспертных систем, так как предполагает учет расширенного, по сравнению с конкретной задачей, объема знаний предметной области (включая углубленные знания о патогенезе болезней). Обосновывается необходимость дальнейших исследований в области проектирования медицинских систем поддержки принятия решений с использованием системного подхода.

Ключевые слова: системный подход, системы поддержки принятия решений в медицине, системы автоматизированной диагностики, экспертные системы, системная организация функций, математическое моделирование, классификация функциональных состояний.

**SYSTEM ANALYSIS FOR CREATION OF PROGRAM COMPLEXES OF MEDICAL
SUPPORT SYSTEMS (literature report)**

E.N. SHCHEKINA

*South-West State University, 50 Let Oktyabrya, 94, Kursk, 305040, Russia,
e-mail: ElenaShchekina@mail.ru*

Abstract. System analysis is the most popular theory in medical scientific research. The article considers review of development of system analysis and general systems theory in medicine and its practical using in creation of program complexes of decision support systems in medicine. This article describes some aspects of the formation of a systematic approach to medicine, and mentions, that one of the problems in this area is the large amount of knowledge accumulated in various fields of science, and their «isolation» from each other. The role of a systematic approach to merger advances in medical science and technology for the development of software systems of decision-making systems is accentuated. The review describes different systems for improving the efficiency of forecasting, diagnosis, prevention and treatment of various diseases. While the principle of “Personalised medicine” dates back at least to the time of Hippocrates, the term has risen in usage in recent years given the growth of new diagnostic and informatics approaches that provide understanding of the system basis of disease. In relation to intelligent systems it means the development a «model of patient», which is due to significant difficulties has not found a real reflection in building expert systems, because it needs extended by compared with a specific task, the volume of domain knowledge (including profound knowledge of the pathogenesis of different diseases). The necessity of further research in the design of medical decision support systems using a systematic approach is actual trend for nowadays science.

Key words: system analysis, expert system, program complexes in medicine, medical diagnosis, programming diagnostics.

Введение. Достижения научно-технического прогресса, оснащение лечебных учреждений современной диагностической аппаратурой позволяют решать сложные задачи по оценке структуры и функции внутренних органов. Однако, как показывает реальность практического здравоохранения и научных разработок, накопление фактических данных о состоянии отдельных органов не ведет к качественно бо-

лее высокому уровню диагностики. Настоящее развитие медицины характеризуется сохраняющейся диссоциацией знаний и практических действий, постепенной утратой в сознании специалистов общих принципов врачевания, хотя многовековой опыт медицинской науки свидетельствует о том, что именно общебиологические, общемедицинские законы всегда имеют первостепенное значение по сравнению со всеми частными познаниями. Самые современные методы и технологии могут привести к необходимому эффекту только в соответствии с этими принципами.

Пониманию закономерностей целого организма способствуют системный подход и системный анализ, основной смысл которых состоит в стремлении познания явления в его совокупности со многими другими, а специфической задачей является выражение принципов и методов системных исследований на уровне общенаучной методологии. Применение системного подхода и системного анализа позволяет перейти от дисциплинарного к проблемному варианту исследований, а в практической медицине от органного к организменному пониманию патологического процесса. Несмотря на существенные успехи применения системного подхода в экологии, социологии и даже в биологии, его использование в медицинской практике до настоящего времени существенно ограничено по ряду объективных и субъективных причин. Настоящий этап развития системного подхода открывает возможность для его практической реализации в медицине. Основой для широкого применения этого методологического подхода являются разработанные и апробированные в экспериментальных исследованиях положения теории функциональных систем организма П.К. Анохина [1, 2]. Также следует особо отметить стремительное нарастание объема информации и расширение границ познания в настоящее время для принятия того или иного решения в процессе обследования больного, постановки диагноза, выбора лечения и контроля его эффективности. В условиях с ограниченным временем на принятие решения, особенно в скрининговых обследованиях, когда врач проводит первичный осмотр большого количества пациентов, заключение дается обычно без системного, организменного подхода. Описанные здесь проблемы и трудности в существенной степени позволяют преодолеть разрабатываемые интеллектуальные системы поддержки принятия решения для врачей.

Исходя из изложенного выше, целью настоящей работы явилось изучение практического применения системного подхода и системного анализа при создании программных комплексов систем поддержки принятия решений по данным открытых литературных источников (*E-library, PubMed*, КиберЛенинка и др.).

Некоторые аспекты формирования системного подхода. Основоположителем теории систем и кибернетики следует считать естествоиспытателя и философа Богданова-Малиновского А.А. [5]. В 1912 году он опубликовал два тома книги «Всеобщая организационная наука» с изложением основ теории систем и кибернетики в их неразрывном единстве. Лишь через десятилетия опубликованные им принципы были подняты и развиты, так как исследователи были поставлены перед необходимостью объяснить и сопоставить огромное количество разрозненных практических данных, которые были получены без всякого системного подхода. Для этого был использован принцип, согласно которому «явление объективной действительности» рассматривалось с позиций закономерностей целого и взаимодействия составляющих его частей, в результате чего становится возможным новое «измерение реальности». В его содержание входят представления о целостности объектов мира, о соответствии целого и его частей, о взаимодействии системы со средой, об общих закономерностях функционирования и развития систем [32].

Интенсивное развитие системных исследований началось с сороковых годов двадцатого века, однако в течение многих лет на страницах печати при проведении симпозиумов и конференций дискутировались сами определения системного подхода и системы. Так, Берталанфи Л. и его последователи определяют систему как «комплекс взаимодействующих компонентов». Автор описывал происхождение общей теории систем как результат конфликта между механицизмом и витализмом. Обе точки зрения были для него неприемлемы: первая – как тривиальная, вторая – как вообще антинаучная [6]. Некоторые авторы (например, Садовский В.Н., Шидловский В.А., Блауберг И.В.) в своих трудах давали понятие системы как определенной совокупности элементов, находящихся в определенной взаимосвязи, которая придает данной совокупности «целостный характер» [9]. Другие авторы (например, Сетров М.И., Амосов Н.М., Лебедев К.А. и пр.) считали, что система это «множество элементов, каждый из которых связан прямо или косвенно с другим элементом» [18, 37]. Распространено представление о системах, как совокупностях объектов, элементов, взаимодействие которых вызывает возникновение новых интегративных качеств, не свойственных отражающим ее элементам [9, 32].

Однако во всех этих определениях системы упорядоченное множество взаимосвязанных элементов не функционируют как целое. П.К. Анохин показал, что в них отсутствует системообразующий элемент, который определяет самостоятельную деятельность системы. Фундаментальные исследования Анохина П.К. являются основой формирования принципа системного подхода в биологии и физиологии. Они завершились созданием теории функциональных систем организма [1, 2].

Применение системного подхода выражалось преимущественно в двух вариантах. При количественном варианте биологические динамические системы рассматривали с позиций теории управления.

При иерархическом, или так называемом системно-структурном варианте, процессы взаимодействия отдельных частей в организме анализировали в порядке усложнения: от молекул к клеткам, от клеток к тканям, от тканей к органу, от органа к системам, от системы к целостному организму. При этом на каждом уровне организации выявляются качественно новые свойства.

П.К. Анохин впервые обратил внимание на то, что системы живых организмов не просто упорядочивают входящие в них отдельные элементы, а объединяют их для осуществления жизненно важных функций организма. В понятие «функциональная система» вложено представление о динамических саморегулирующихся организациях, деятельность которых направлена на обеспечение результатов, полезных для существования самих систем и организма. По мнению Анохина П.К., «*все функциональные системы независимо от уровня своей организации и от количества составляющих их компонентов имеют принципиально одну и ту же функциональную архитектуру, в которой результат является доминирующим фактором, стабилизирующим организацию систем*» [2, с. 44]. Следовательно, функциональные системы организма являются самоорганизующимися динамическими структурами, вся деятельность которых обеспечивает полезный для организма результат. Анохин П.К. за 15 лет до Винера Н. заложил принцип регулирования по конечному эффекту – кибернетический принцип обратной связи. Конечным результатом деятельности любых функциональных систем организма является ее системообразующий элемент, что коренным образом отличает функциональные системы от системных организаций, рассматриваемых в рамках подхода, сформулированного Бераланфи Л. [6].

Для достижения полезных приспособительных результатов функциональных систем организм избирательно объединяет различные органы и уровни нервной и гуморальной регуляции. Такими результатами являются гомеостатические константы, определяющие оптимальное для нормальной жизнедеятельности течение различных метаболических процессов в тканях организма. К полезным приспособительным результатам относят и результаты поведенческой, социальной и умственной деятельности человека. Многообразие полезных для организма приспособительных результатов указывает на то, что число функциональных систем организма, составляющих различные стороны жизнедеятельности целого организма, может быть чрезвычайно велико. Удержание различными функциональными системами организма зависимых физиологических показателей в пределах определенного уровня, обеспечивающего нормальный метаболизм, определяет «постоянство внутренней среды организма». Сами константы организма могут быть «жесткими» и «пластичными» с различной степенью допустимости отклонений [1].

Для достижения полезных для организма результатов в функциональные системы организма по принципу взаимного содействия объединяются различные органы и ткани, независимо от их анатомической принадлежности. Системы могут быть простыми и сложными в зависимости от количества рабочих эффекторных звеньев. Звеньями сложных функциональных систем организма могут быть простые функциональные системы организма, являющиеся подсистемами более сложных. Объединение простых функциональных систем организма в сложные, как и своеобразная иерархия систем, подчинено общему принципу системной организации стабильности системообразующего элемента. Неразрывная связь центрального компонента, рабочих звеньев функциональных систем организма и ее системообразующего элемента – основа существования данной функциональной системы организма, показатель ее специфичности, отличительных особенностей от других функциональных систем организма.

Деятельность функциональной системы любой сложности во многом определяет влияние центрального регулирующего звена на активность рабочих звеньев. Изменения функционирования одного из звеньев функциональных систем организма изменяет активность других звеньев, что способствует компенсации возникших изменений и тем самым обеспечивает стабильность системы. Однозвеньевые нарушения могут встречаться у практически здоровых лиц. Постоянство конечного эффекта деятельности системы за счет внутрисистемных связей обеспечивается адекватностью регуляции активности ее звеньев. Это означает, что деятельность функциональных систем организма зависит не только от состояния ее компонентов, но и от адекватности внутрисистемных компенсаторных реакций.

В многоуровневых многокомпонентных функциональных системах организма отклонение от оптимального уровня того или иного параметра обуславливает направленное изменение значений всех других регулируемых параметров данной системы. В каждый момент времени в организме доминирует одна функциональная система организма, а все другие выстраиваются в иерархическом порядке в соответствии с их биологической значимостью [1, 2].

Следовательно, с позиций теории функциональных систем целостный организм представляет собой иерархию множества функциональных систем организма. Теория функциональных систем Анохина П.К. является качественно новым этапом представления о системе, наиболее полно выражающим принципы организации живого и наиболее адекватным пониманию жизнедеятельности организма.

После основополагающих работ Анохина П.К. и упорядочения представлений о сути системного подхода, понятия о функциональных системах начался новый этап в развитии системного подхода, целью которого явилось практическое применение его принципов в физиологии. Важное значение для решения практических задач имеют работы К.В. Судакова [34], в которых определены основы системоген-

неза. Судаков К.В. конкретизировал положения теории функциональных систем, предложил выделять основные и дополнительные функциональные системы, что соответствовало их роли в обеспечении основных констант деятельности организма. Сегодня не подлежит сомнению, что у здорового и больного человека структура функциональных систем организма зависит от конкретных возможностей деятельности каждого из звеньев системы. Уточнение этих аспектов системогенеза позволило описать системные механизмы поведения, что существенно изменяет представление о направленности деятельности человека.

В дальнейшем развитии теории функциональных систем Судаков К.В. сформулировал и обосновал новый принцип системного квантования процессов жизнедеятельности, новые представления о системогенезе поведенческих актов и об импринтинговом механизме формирования акцептора результатов действия. Он сформулировал голографический и информационный принципы построения функциональных систем, а также принципы иерархического, мультипараметрического и последовательного взаимодействия функциональных систем в целом организме [34].

О необходимости практического применения принципов системного подхода в конкретных клинических условиях для решения назревших практических задач в 60-70-е годы неоднократно высказывались отечественные биологи, физиологи, клиницисты. Однако, лишь в конце прошлого столетия в литературе стали появляться единичные публикации, посвященные первому опыту клинического применения системного подхода. В дальнейшем появились многочисленные исследования, посвященные использованию системного подхода в научной и практической деятельности врача в различных областях медицины [3, 7, 9-14, 23-29].

Таким образом, путь становления системного подхода в медицине достаточно сложен. Наиболее значимыми препятствиями являются большое количество знаний, накопленных в различных областях науки, и их «оторванность» друг от друга. Следовательно, оптимальным путем к слиянию достижений медицинской науки и техники является создание и развитие программных комплексов систем принятия решений в медицине.

Обзор методов и программных комплексов систем поддержки принятия решений, используемых в клинической практике. В настоящее время уже разработано и разрабатывается большое количество автоматизированных медицинских информационных технологий, предлагающих научно-обоснованные врачебные решения в зависимости от особенностей клинической картины, проявляющейся на каждом этапе ведения больного. Именно сложность медицинской проблемной области привела к тому, что наибольшее число интеллектуальных систем, среди различных областей знания, разработано для здравоохранения. Многие из этих автоматизированных систем реализуются как интеллектуальные системы поддержки принятия решений, т.е. основанные на знаниях экспертов или знаниях, извлеченных из литературных источников и из данных историй болезней. При их создании стараются максимально учитывать специфику проявления и представления клинической информации, что можно охарактеризовать по Кобринскому А.Б. (2010) следующим образом:

– «маски» болезней – логические выражения, состоящие из теоретически возможных клинических вариантов (часто встречающихся, редко встречающихся и т.д.), анализ по которым ведется в двух противоположных направлениях – по зафиксированному в «маске», но отсутствующим у пациента проявлениям и по проявлениям, отмеченным у больного, но не зафиксированным в «маске»;

– «симптоматические портреты» заболеваний, характеризующие интервалы неопределенности, содержащиеся в экспертных оценках при анализе различных, теоретически возможных, вариантов описаний клинической картины дифференцируемых заболеваний;

– «ударные свойства» (типа табу), указывающие на физиологическую невозможность или очень малую вероятность заболеваний при определенных условиях или на взаимоисключающие состояния;

– нечеткие сведения или вербальные характеристики состояния больного, обусловленные субъективностью оценки данных физикального обследования больного и трудностями однозначной интерпретации клинических проявлений (окраска кожи, выраженность сердечного шума и т.п.), реализация которых возможна с использованием методов нечеткой логики;

– ассоциативные отношения, возникающие у врача в процессе описания клинических проявлений заболевания, и дополнительное включение ассоциирующих симптомов в систему дифференциально-диагностического поиска;

– сведения о болезнях (синдромах, состояниях), состоящих в некоторых отношениях с рассматриваемой в качестве основной диагностической гипотезой, включая:

а) причинно-следственные связи, предполагающие информацию о патологии, которая могла быть причиной данного заболевания или, наоборот, являться его следствием;

б) временные связи, позволяющие как прогнозировать состояние пациента, так и восстанавливать возможный анамнез болезни;

в) ассоциативные связи, дающие возможность учитывать на фоне каких состояний может развиваться данное заболевание, фоном для каких синдромов оно может служить и с какими болезнями может быть совместимо, т.е. какие заболевания (синдромы) могут встречаться одновременно;

– неопределенность, содержащаяся в медицинском диагнозе, которую можно характеризовать путем количественной оценки степени уверенности среди конкурирующих гипотез;

– альтернативные режимы принятия диагностических решений, которые могут быть реализованы путем построения механизма логического вывода на основе смешанной стратегии – прямой (предполагает вначале ввод в систему параметров состояния пациента) и обратной (процесс рассуждений идет от гипотетического диагноза к фактам, т.е. симптомам которые могут послужить основой для такого решения);

– выдача объяснений о принятом решении в соответствии с мнениями различных научных школ.

Для врачебной практики характерен мысленный (или вербальный в процессе консилиума) анализ сходных клинических ситуаций. Особенно важно это для сложных случаев с нетипичной картиной проявлений заболевания, в особенности при подборе медикаментов, применение которых в прошлом, в аналогичных ситуациях, могло быть эффективно, не эффективно или сопровождалось нежелательным побочным действием.

Существенным моментом, определяющим практическую значимость системы поддержки принятия решений, является ее эффективность в условиях различных ограничений:

– дефицита времени на принятие решения, что имеет особое значение при неотложных состояниях и в чрезвычайных условиях;

– неполноты данных о клинических проявлениях и анамнезе заболевания, в частности в условиях работы врачей скорой медицинской помощи;

– неопределенности данных, которые не могут быть уточнены врачом, где могут быть использованы методы нечеткой логики;

– необходимости выбора дополнительных исследований по критериям диагностической эффективности и возможности их выполнения (с указанием степени угрозы для жизни больного) [17].

Созданные к настоящему времени системы, основанные на знаниях, отвечают тем или иным из приведенных выше принципов [15-17]. Однако требованием времени является комплексный подход к учету различных, выше приведенных и других, аспектов клинической медицины при построении таких систем.

Важной особенностью интеллектуальных систем принятия решений является так называемый эффект самообучения при использовании врачами в практике здравоохранения. Это имеет место как следствие предоставления интеллектуальными системами поддержки принятия решений информации пользователю о процессе диагностики. В качестве примеров можно привести ряд отечественных и зарубежных интеллектуальных систем. МОДИС (диагностика форм артериальной гипертонии) – процесс генерации гипотез и их проверки сопровождается сообщениями об активизации конкретного фрейма, а также об отклонении рассматривавшейся гипотезы и переходе к работе с другим фреймом, что дает эксперту возможность следить за ходом «рассуждений» системы в зависимости от вводимой информации; система способна ответить на вопрос, какие гипотезы рассматривались в процессе вывода решения, почему рассматривалась та или иная гипотеза и был поставлен именно такой диагноз. ДИАГЕН (дифференциальная диагностика наследственных болезней) – возможность проверить свое представление о диагностической значимости отдельных признаков путем последовательной переоценки их «весов» (коэффициентов). ДИН (диагностика неотложных состояний) – с одной стороны, проверка правильности предполагаемого врачом диагноза при движении от гипотетического диагноза к симптомам (обратный вывод), с другой стороны – по «лишним» для данного заболевания симптомам осуществляется выход на другие патологические состояния, в описании которых полученные данные играют известную роль, что расширяет представление обучаемого о круге сходных по клиническим проявлениям заболеваний. MDX (диагностика холестаза) – действует как сообщество консультантов разных специальностей, которые «вызывают» друг друга для рассмотрения различных аспектов заболевания; их «сотрудничество» осуществляется с использованием «доски объявлений» (*blackboard*). MYCIN (выбор антибактериальной терапии) – информация о взглядах научных школ, предоставляемая в режиме запроса. ABEL (диагностика и выбор лечения нарушений равновесия кислот и оснований) – выдача альтернативных объяснений, соответствующих различным научным школам. Наряду с приведенными особенностями отдельных систем, нужно отметить, что все интеллектуальные системы принятия решений включают блок объяснения, позволяющий получить представление о том, на основе какой информации был поставлен диагноз или принято решение о выборе предложенного способа лечения [15-17].

При этом следует иметь в виду, что как специализированные системы, так и универсальные оболочки требуют приведения решающих правил к стандартному виду, например, правилу продукций, фреймам и т.д., и для каждой предметной области необходимо осуществить поиск решающих правил, что составляет основную работу при построении соответствующих экспертных систем [18].

В литературных источниках выделяются различные подходы к созданию интеллектуальных систем поддержки решений для врачей в той или иной области. Например, в 2007 году Мешковой Т.А. [22] была разработана автоматизированная экспертная система интеллектуализации процесса диагностики хронических диффузных поражений печени на основе многомерного и сетевого моделирования, Семено-

вой Т.А. в 2016 году [33] – система поддержки принятия решений хирурга экстренной помощи при лечении пострадавших с тяжелыми повреждениями печени. Гордеевой Е.Г. [8] изучены вопросы управления процессами диагностики и лечения ортодонтических патологий на основе многоальтернативного и имитационного подхода. Автоматизированная система поддержки принятия решений врача-уролога разработана Федяниным В.В. [35], на основе предложенного им способа объединения технологий нечеткой логики и нейронных сетей в гибридную систему. На кафедре биомедицинской инженерии Юго-Западного университета г. Курска разрабатываются и исследуются математические методы и средства, направленные на повышение эффективности прогнозирования, диагностики, профилактики и лечения различных урологических и гастроэнтерологических заболеваний, на основании аппарата нечеткой логики принятия решений [4, 13, 19-21, 30].

Таким образом, анализ условий, в которых должна функционировать автоматизированная система диагностики заболеваний (ограничения на время принятия решений, неоднородность структуры классов, разнотипность представления признаков и классов, неопределенность в представлении данных и диагностических заключениях), свидетельствует о том, что существующие системы в полной мере не обеспечивают в полной мере соблюдение этих требований.

Заключение. Принцип «Лечить нужно больного, а не болезнь» по отношению к интеллектуальным системам был сформулирован Черняховской М.Ю. [36] как построение «модели больного». К сожалению, ввиду значительных трудностей реализации такого подхода, он не нашел реального отражения в построении экспертных систем, так как предполагает учет расширенного, по сравнению с конкретной задачей, объема знаний предметной области (включая так называемые «глубокие» знания о патогенезе болезней). Следовательно, дальнейшие исследования в области проектирования медицинских систем поддержки принятия решений с использованием системного подхода является необходимыми для совершенствования оказания медицинской помощи населению.

Литература

1. Анохин П.К. Избранные труды. Философские аспекты теории функциональных систем. М.: Наука, 1978. 70 с.
2. Анохин П.К. Принципы системной организации функций. М.: Наука, 1973, С. 5–61.
3. Артеменко М.В., Дронова Т.А. Количественная оценка различий соорганизации физиологических функций в диагностическом процессе // Вестник новых медицинских технологий. 2006. Т. 13, № 2. С. 127–129.
4. Артеменко М.В., Дронова Т.А., Щекина Е.Н. Автоматизированная система диагностики хронических заболеваний печени на основе биохимических показателей крови // Вестник новых медицинских технологий. 2006. Т. 13, № 2. С. 151–152.
5. Богданов-Малиновский А.А. Всеобщая организационная наука. СПб: Изд-во М. Семенова, 1912. Ч.1. 355 с.
6. Бергаланфи Л. Общая теория систем // Исследования по общей теории систем: Пер. с англ. М.: Прогресс, 1969. С. 23–82.
7. Волков В.Г., Павлов О.Г. Исследование методами системного анализа роли наследственной отягощенности гипертонической болезнью в возникновении гестозов // Вестник новых медицинских технологий. 2006. Т. 13, № 1. С. 92–94.
8. Гордеева Е.Г. Разработка моделей и алгоритмов управления процессами диагностики и лечения ортодонтических патологий на основе многоальтернативного и имитационного подхода: дисс. ... канд. техн. наук. Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2014. 145 с.
9. Дронова Т.А. Взаимоотношение компонентов эндокринной системы в норме и при заболеваниях органов пищеварения: дис. ... д-ра мед. наук. Курск: Курский государственный медицинский университет, 2004. 333 с.
10. Дронова Т.А., Завьялов А.В. Диагностика заболеваний органов пищеварения с применением традиционных приемов и способов оценки системных нарушений функций разного биологического качества. Курск: Курск. гос. мед. ун-т, 2012. 44 с.
11. Дронова Т.А., Завьялов А.В. Диагностика хронических заболеваний печени по показателям системной организации эндокринных функций. Курск: Курск. гос. мед. ун-т, 2012. 28 с.
12. Дронова Т.А., Калугина Н.М., Щекина Е.Н. Системные изменения структуры информативных показателей как индикаторы кластеров состояний организма // Научный вестник. 2016. № 3(9). С. 37–51. DOI: 10.17117/nv.2016.03.037
13. Дронова Т.А., Щекина Е.Н. К вопросу разработки автоматизированной системы скрининг-диагностики хронических заболеваний печени. Медико-экологические информационные технологии – 2015: сб. матер.; отв. ред. Н.А. Корневский. Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2015. С. 65–68.

- 14 Завьялов А.В. Соотношение функций организма (экспериментальный и клинико-физиологический аспекты). М.: Медицина, 1990. 160 с.
- 15 Кобринский Б.А. Консультативные интеллектуальные медицинские системы: классификации, принципы построения, эффективность // Врач и информационные технологии. 2008. № 2. С. 38–47.
- 16 Кобринский Б.А. Ретроспективный анализ медицинских экспертных систем // Новости искусственного интеллекта. 2005. № 2. С. 6–17.
- 17 Кобринский Б.А. Системы поддержки принятия решений в здравоохранении и обучении // Врач и информационные технологии. 2010. № 2. С. 39–45.
- 18 Корепов С.П. Разработка полифункциональной системы поддержки принятия решений для врача-терапевта по управлению лечебно-диагностическим процессом в амбулаторных условиях: дисс. ... канд. техн. наук. Курск: Курский государственный технический университет, 2003. 146 с.
- 19 Корневский Н.А., Лукашов М.И., Артеменко М.В., Агарков Н.М. Синтез гибридных нечетких решающих правил для классификации клинических вариантов течения генитального герпеса на основе моделей системных взаимосвязей // Фундаментальные исследования. 2014. № 10. С. 901–907.
- 20 Корневский Н.А., Снопков В.Н., Бурмака А.А., Рябкова Е.Б. Проектирование интеллектуальных медицинских систем поддержки принятия решений на основе нечетких информационных технологий // Врач и информационные технологии. 2013. № 6. С. 49–54.
- 21 Корневский Н.А., Филист С.А., Черных Е.С.. Автоматизированная система диагностики анемий на основе нечеткой логики принятия решений и алгоритмов // Вестник новых медицинских технологий. 2006. Т. 13, № 2. С. 24–28.
- 22 Мешкова Т.А. Интеллектуальная поддержка процесса диагностики хронических диффузных поражений печени на основе многомерного статистического и сетевого моделирования: дисс. ... канд. техн. наук: Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2007. 125 с.
- 23 Овчинкин О.В., Овчинкина Т.В., Павлов О.Г. Персональное моделирование заболеваний сердечно-сосудистой системы с применением нейронных сетей и инструментальных средств // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т. 18, № 4. С. 41–43.
- 24 Павлов О.Г. Влияние наследственной предрасположенности к соматопатологии и медико-социальных факторов на течение беременности и исход родов с позиций системного анализа; под ред. Агаркова Н.М., Волкова В.Г. Курск: Курский гос. технический ун-т, 2006. 236 с.
- 25 Павлов О.Г. Системное влияние наследственной предрасположенности к соматопатологии и медико-социальных факторов на течение беременности и исход родов: дисс. ... док. мед. наук. Тула: Тульский государственный университет, 2006. 295 с.
- 26 Павлов О.Г. Системное исследование медико-социальной детерминации гестоза // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т. 16, № 2. С. 135–137.
- 27 Павлов О.Г. Системный подход к анализу причин развития инфекций у новорожденных в раннем неонатальном периоде // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17, № 3. С. 74–75.
- 28 Павлов О.Г. Прикладные вопросы ситуационного управления в социально-медицинской сфере. Старый Оскол: ТНТ, 2009. 276 с.
- 29 Павлов О.Г., Мартынов Д.В. Системо-образующие факторы развития ранних послеродовых инфекций // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т. 18, № 1. С. 23–25.
- 30 Петров С.В., Корневский Н.А., Серегин С.П., Халилов М.А., Михайлов И.В., Чуклинова Л.В. Применение информационных технологий при урологических заболеваниях // Фундаментальные исследования. 2015. № 1. С. 810–813.
- 31 Пугин В.В. Разработка и исследование сетевых диагностических систем на основе вероятностных критериев: дисс. ... канд. техн. наук. Самара: Сам. гос. техн. ун-т, 2007. 113 с.
- 32 Ребров А.П. Системный подход и системный анализ в клинике внутренних болезней: дис... д-ра мед. наук. Саратов: Саратов. гос. мед. ун-т, 1995. 506 с.
- 33 Семенова Е.А. Система поддержки принятия решений хирурга экстренной помощи при лечении пострадавших с тяжелыми повреждениями печени: дисс. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет, 2016. 164 с.
- 34 Судаков К.В. Теория функциональных систем. М.: Изд. Мед. музей, 1996. 95 с.
- 35 Федянин В.В. Модели и алгоритмы диагностики пиелонефрита, основанные на нечеткой логике принятия решений в гетерогенном пространстве информативных признаков: дисс. ... канд. техн. наук: Курск, Юго-Западный гос. ун-т, 2016. 145 с.
- 36 Черняховская М.Ю. Представление знаний в экспертных системах медицинской диагностики. Владивосток: Ин-т автоматизации и процессов управления ДВНЦ АН СССР, 1983. 212 с.

References

1. Anohin PK. Izbrannye trudy. Filosofskie aspekty teorii funkcional'nyh sistem [Selected works. Philosophical aspects of the theory of functional systems]. Moscow: Nauka; 1978. Russian.
2. Anohin PK. Principy sistemnoj organizacii funkcij [Principles of the system organization of functions]. Moscow: Nauka; 1973. Russian.
3. Artemenko MV, Dronova TA. Kolichestvennaja ocenka razlichij soorganizacii fiziologicheskikh funkcij v diagnosticheskom processe [The Quantitative Evaluation of the Coorganization of Distinctions and Physiologic Functions in the Diagnosis]. Vestnik novykh medicinskih tehnologij. 2006; 2(13):127–9. Russian.
4. Artemenko MV, Dronova TA, Shchekina EN. Avtomatizirovannaja sistema diagnostiki hronicheskikh zabozevanij pečeni na osnove biohimicheskikh pokazatelej krovi [The Automatic System for the Diagnosis of Chronic Diseases of Liver by Biochemic Blood Values]. Vestnik novykh medicinskih tehnologij. 2006; 2(13):151–2. Russian.
5. Bogdanov-Malinovskij A.A. Vseobshhaja organizacionnaja nauka [General Organizational Science]. Sankt-Peterburg: Izd-vo M. Semenova; 1912. Russian.
6. Bertalanffy L. von. An outline of General System Theory. British Journal for Philosophy of Science. 1969; 2(1):148.
7. Volkov VG, Pavlov OG. Issledovanie metodami sistemnogo analiza roli nasledstvennoj otjagoshhenosti gipertonicheskoj bolezni v vozniknovenii gestozov [Study of the hereditary predisposition to hypertension diseases and medical-social factors influence in gestosis development by methods of the system analysis]. Vestnik novykh meditsinskih tehnologij. 2006; 13(1):92–4. Russian.
8. Gordeeva EG. Razrabotka modelej i algoritmov upravlenija processami diagnostiki i lechenija ortodonticheskikh patologij na osnove mnogoal'ternativnogo i imitacionnogo podhoda [Development of models and algorithms for managing the processes of diagnosis and treatment of orthodontic pathologies on the basis of a multi-alternative and imitative approach] [dissertation]. Voronezh (Voronezh region): Voronezh State University; 2014. Russian.
9. Dronova TA. Vzaimootnoshenie komponentov jendokrinnoj sistemy v norme i pri zabozevanijah organov pishhevarenija [The relationship of components of the endocrine system in normal and with diseases of the digestive system] [dissertation]. Kursk (Kursk region), Kursk State Medical University; 2004. Russian.
10. Dronova TA, Zav'jalov AV. Diagnostika zabozevanij organov pishhevarenija s primeneniem tradicionnyh priemov i sposobov ocenki sistemnyh narushenij funkcij raznogo biologicheskogo kachestva [Diagnosis of diseases of the digestive system with the use of traditional methods and methods for evaluating systemic]. Kursk: Kursk State Medical University; 2012. Russian.
11. Dronova TA, Zav'jalov AV. Diagnostika hronicheskikh zabozevanij pečeni po pokazateljam sistemnoj organizacii jendokrinnyh funkcij [Diagnosis of chronic liver diseases according to indicators of systemic organization of endocrine functions]. Kursk: Kursk State Medical University; 2012. Russian.
12. Dronova TA, Kalugina NM, Shchekina EN. Sistemnye izmenenija struktury informativnyh pokazatelej kak indikatory klasterov sostojanij organizma [Systemic changes in the structure of informative indicators as indicators of clusters of the conditions of the body]. Nauchnyj vestnik. 2016; 3(9):37–51. DOI: 10.17117/nv.2016.03.037. Russian.
13. Dronova TA, Shchekina EN. K voprosu razrabotki avtomatizirovannoj sistemy skringing-diagnostiki hronicheskikh zabozevanij pečeni [On the development of an automated system for screening and diagnosing chronic liver diseases]. In: Korenevskij NA, editors. Mediko-jekologicheskie informacionnye tehnologii – 2015. Kursk, 2015. P. 65–8. Russian.
14. Zav'jalov AV. Sootnoshenie funkcionov organizma [Correlation of body functions] (jeksperimental'nyj i kliniko-fiziologicheskij aspekt). Moscow: Medicina; 1990. Russian.
15. Kobrinskij BA. Konsul'tativnye intellektual'nye medicinskie sistemy: klassifikacii, principy postroenija, jeffektivnost' [Advisory intelligent medical systems: classifications, principles of construction, efficiency.]. Vrach i inform. tehnol. 2008; 2:38–47. Russian.
16. Kobrinskij BA. Retrospektivnyj analiz medicinskih jekspernyh sistem [Retrospective analysis of medical expert systems]. Novosti iskusstvennogo intellekta. 2005; 2:6–17. Russian.
17. Kobrinskij BA. Sistemy podderzhki prinjatija reshenij v zdravoohranenii i obuchenii [Decision Support Systems in Health Care and Education]. Vrach i inform. tehnol. 2010; 2:39–45. Russian.
18. Korepov SP. Razrabotka polifunkcional'noj sistemy podderzhki prinjatija reshenij dlja vrachaterapevta po upravleniju lechebno-diagnosticheskim processom v ambulatornyh uslovijah [Development of decision support system for physician-therapist on management of medical-diagnostic process in outpatient settings] [dissertation]. Kursk (Kursk region), Kursk State University; 2003. Russian.
19. Korenevskij NA, Lukashov MI, Artemenko MV, Agarkov NM. Sintez gibridnyh nechetkih reshajushih pravil dlja klassifikacii klinicheskikh variantov techenija genital'nogo gerpesa na osnove modelej sistemnyh vzaimosvjazej [Synthesis of fuzzy decision rules for the classification of clinical variants of genital herpes on the basis of models of systemic relationships]. Fundamental'nye issledovanija. 2014; 10:901–7. Russian.
20. Korenevskij NA, Snopkov VN, Burmaka AA, Rjabkova EB. Proektirovanie intellektual'nyh medicinskih sistem podderzhki prinjatija reshenij na osnove nechetkih informacionnyh tehnologij [Design of intelli-

gent medical decision support systems based on fuzzy information technology]. *Vrach i informacionnye tehnologii*. 2013;6:49–54. Russian

21. Korenevskij NA, Filist SA, Chernyh ES. Avtomatizirovannaja sistema diagnostiki anemij na osnove nechetkoj logiki prinjatija reshenij i algoritmov [Automated system for diagnosis of anemia based on fuzzy decision logic and algorithms]. *Vestnik novykh medicinskih tehnologij*. 2006;2(13):24–8. Russian.

22. Meshkova TA. Intellektual'naja podderzhka processa diagnostiki hronicheskikh diffuznyh porazhenij pečeni na osnove mnogomernogo statističeskogo i setevogo modelirovanija [Intellectual support for the diagnosis of chronic diffuse lesions of the liver based on multidimensional statistical and network modeling]. [dissertation]. Voronezh (Voronezh region): Voronezh State University; 2007. Russian.

23. Ovchinkin OV, Ovchinkina TV, Pavlov OG. Personal'noe modelirovanie zabolevanij serdechno-sosudistoj sistemy s primeneniem nejronnyh setej i instrumental'nyh sredstv [Personal modeling of cardiovascular diseases with application of neuronal networks and instruments]. *Vestnik novykh meditsinskih tehnologij*. 2011;18(4):41–3. Russian.

24. Pavlov OG. Vlijanie nasledstvennoj predraspolozhennosti k somatopatologii i mediko-social'nyh faktorov na techenie beremennosti i ishod rodov s pozicij sistemnogo analiza [The influence of genetic predisposition to somatopsychology and medico-social factors on the course of pregnancy and outcome of labor from the standpoint of system analysis]. Kursk: Kursk State Technical University; 2006. Russian.

25. Pavlov OG. Sistemnoe vlijanie nasledstvennoj predraspolozhennosti k somatopatologii i mediko-social'nyh faktorov na techenie beremennosti i ishod rodov [The systemic impact of the hereditary predisposition to somatic pathology and medico-social factors on the course of pregnancy and birth outcomes] [dissertation]. Tula (Tula region): Tula State University; 2006. Russian.

26. Pavlov OG. Sistemnoe issledovanie mediko-social'noj determinacii gestoza [System analysis of medico-social gestosis determination]. *Vestnik novykh meditsinskih tehnologij*. 2009;16(2):135–7. Russian.

27. Pavlov OG. Sistemnyj podhod k analizu prichin razvitija infekcij u novorozhdennyh v rannem neonatal'nom periode [System analysis of newborns infections reasons in early neonatal period]. *Vestnik novykh meditsinskih tehnologij*. 2010;17(3):74–5. Russian.

28. Pavlov OG. Prikladnye voprosy situacionnogo upravlenija v social'no-medicinskoj sfere [Applied issues of situational management in the social and medical sphere]. Staryj Oskol: TNT; 2009. Russian.

29. Pavlov OG, Mart'yanov DV. Sistemno-obrazujuščie faktory razvitija rannih poslerodovyh infekcij [Systemic factors of female infections in early post delivery periods]. *Vestnik novykh meditsinskih tehnologij*. 2011;18(1):23–5. Russian.

30. Petrov SV, Korenevskij NA, Seregin SP, Halilov MA, Mihajlov IV, Chuklinova LV. Primenenie informacionnyh tehnologij pri urologičeskikh zabolevanijah [The use of information technology in urological diseases]. *Fundamental'nye issledovanija*. 2015;1:810–3. Russian.

31. Pugin VV. Razrabotka i issledovanie setevykh diagnostičeskikh sistem na osnove verojatnostnyh kriteriev [Development and investigation of network diagnostic systems based on probabilistic criteria] [dissertation]. Samara (Samara region), Samara State University; 2007, Russian.

32. Rebrov AP. Sistemnyj podhod i sistemnyj analiz v klinike vnutrennih boleznej [System approach and system analysis in the clinic of internal diseases] [dissertation]. Saratov (Saratov region), Saratov State University; 1995. Russian.

33. Semenova EA. Sistema podderzhki prinjatija reshenij hirurga jekstrennoj pomoshhi pri lečenii post-radavshih s tjazhelymi povrezhdenijami pečeni [The decision-making support system for an emergency surgeon in the treatment of victims with severe liver damage] [dissertation]. Sankt-Peterburg (Sankt-Peterburg region), Sankt-Peterburg State University; 2016. Russian.

34. Sudakov KV. Teorija funkcional'nyh sistem [Theory of funkcional sistem]. Moscow: Med. muzej. 1996. Russian.

35. Fedjanin VV. Modeli i algoritmy diagnostiki pielonefrita, osnovannye na nechetkoj logike prinjatija reshenij v geterogennom prostranstve informativnyh priznakov [Models and algorithms for diagnosis of pyelonephritis, based on fuzzy logic of decision-making in the heterogeneous space of informative features] [dissertation]. Kursk (Kursk region), South-West State University; 2016. Russian.

36. Chernjahovskaja MJu. Predstavlenie znaniy v jekspertnyh sistemah medicinskoj diagnostiki [Representation of knowledge in expert systems of medical diagnostics]. Vladivostok: In-t avtomatiki i processov upravlenija; 1983. Russian.

Библиографическая ссылка:

Щекина Е.Н. Использование системного подхода для создания систем поддержки принятия решений в медицине (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. №2. Публикация 8-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-2/8-3.pdf> (дата обращения: 06.04.2017). DOI: 10.12737/article_58f0b921cab9a8.03255229.