

Е.Н. Апанель, Г.Ю. Войцехович, В.А. Головки, А.С. Мастыкин

МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОГНОЗНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ТРАНЗИТОРНЫХ ИШЕМИЧЕСКИХ АТАК (историко-аналитический аспект)

Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии, Минск, Беларусь
Брестский государственный технический университет

Цель этого сообщения – предложить вниманию коллег результаты наших исследований по применению нейроинтеллектуальных технологий для прогнозной диагностики острой преходящей цереброваскулярной патологии на стационарном этапе обследования пациента. Раскрытие темы дается в историко-аналитическом плане.

Ключевые слова: транзиторные ишемические атаки.

E.N. Apanel, H.Yu. Vaitsekhovich, V.A. Golovko, A.S. Mastykin

NEUROINTELLIGENT METHODS IN PREDICTIVE DIAGNOSTICS OF TRANSIENT ISCHEMIC ATTACKS

The purpose of this report - to draw attention of colleagues to the results of our research on the application neurointelligent technologies for predictive diagnosis of transient ischemic attack (TIA). Topic coverage is given in the historical and analytical plan.

Key words: transient ischemic attacks.

Разработка методов прогнозирования и своевременно упреждения угрозы возникновения острых цереброваскулярных заболеваний была и остается актуальной медицинской задачей. Особое место в этом отношении занимает решение проблемы предупреждения транзиторных ишемических атак (ТИА). С этой целью продолжается поиск различных подходов решения этой проблемы. Прогнозирование возникновения, клинического течения и исходов сосудистых заболеваний нервной системы — одна из главных задач ангионеврологии. Эффективность борьбы с сосудистыми заболеваниями мозга в значительной степени зависит от прогнозирования их возникновения, которое выясняет состояние организма человека и определяет восприимчивость его к заболеванию, а при возникновении болезни — ее течение и исход. Прогнозирование способствует распознаванию пока не существующего, но весьма вероятного в будущем заболевания (Н.С. Мисюк, 1978) [1]. Это направление в ангионеврологии, начавшееся на Кафедре нервных болезней МГМИ, началось с 70-х годов. В исследованиях тех лет постепенно осваивалось понимание методологических подходов к их реализации и внедрению в практическую клиническую работу [2-9]. Затем последовал период выделения и конкретизации острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) в системе каротидных артерий и в вертебробазилярном бассейне с привлечением статистических методов классификаций и прогнозирования (НИИ неврологии и нейрохирургии МЗ РБ, в последующем – РНПЦ неврологии и нейрохирургии МЗ РБ) [10-18].

Была создана исходная обучающая выборка 101 случая (67 пациентов с ТИА и 34 случая контрольной группы лиц, не дающих указаний на наличие у них этой патологии). Классификационное распознавание осуществлялось линейным дискриминантным анализом по методу «с учителем» под руководством академика И.П. Антонова и профессора В.Б. Шалькевича [10, 12, 13, 17].

В настоящее время эти исследования продолжают развиваться дальше и конкретизируются в ангионейропре-

вентологическом подходе на базе нейроинтеллектуальных технологий. Применительно к проводимым в настоящее время нашим исследованиям используется совокупность из двух нейросетей – нелинейная рециркуляционная нейронная сеть и многослойный перцептрон. По 38-ми признакам-предикторам прогнозно-диагностически дифференцируются четыре состояния – три по подтипам ТИА (атеротромботический, кардиоэмболический и гипертензивный) и состояние «неТИА», включающее в себя все нозологии не цереброваскулярного генеза с низким процентом вероятности возникновения эпизода «чистой» ТИА и состояние НОРМА [18-29].

В табл. 1 приведен перечень разработанных нами и принятых в исследование признаков-предикторов для постановки прогнозного диагноза по подтипам ТИА.

По обозначенным пациентом градациям признаков-предикторов из этой таблицы осуществляется дифференцированный прогнозно-диагностический процесс по компьютерной нейросетевой технологии [18-29]. Занесение данных пациента осуществляется по обычной технологии работы с компьютером. Дифференциация прогнозных диагнозов ТИА осуществляется по четырем этиопатогенетическим подтипам.

1. Атеротромботический подтип.
2. Кардиоэмболический.
3. Гипертензивный.
4. Прочие состояния (другие нозологии «неТИА»), включая состояние НОРМА.

Принятые в рассмотрение признаки – это признаки-предикторы и они не должны рассматриваться только как факторы риска. Каждый из них, прежде всего, только маркер (медико-биологический маркер). Причастность каждого из них к цереброваскулярной патологии выглядит малоубедительной, однако их сочетания в каждом индивидуальном случае несут определенную индивидуальную прогнозную дифференциально-диагностическую информацию по определению этиопатогенеза подтипа ТИА.

Прогнозно-диагностический процесс осуществляется

нейросетевой прогнозной моделью для распознавания подтипов ТИА на компьютере простой стандартной конфигурации в рамках общей схемы обследования пациента.

Блок-схема последовательности обработки диагностических данных ТИА в общей программе амбулаторно-поликлинического обследования пациента с последующей постановкой прогнозного диагноза по нейросетевой методике приведена на рис. 1.

Эта схема составлена с учетом и в рамках Постановления Министерства здравоохранения Республики Беларусь

от 12 октября 2007 года № 92 «Об организации диспансерного наблюдения взрослого населения Республики Беларусь». Она позволяет пациенту значительно сократить промежуток времени, в течение которого ему приходится переживать неприятный, а в некоторых случаях даже опасный период неопределенности от первого амбулаторного обследования до последующих нейровизуализационных исследований. Такой период неведения может занимать несколько дней и более. За это время пациент фактически не получает никакой квалифицированной медицинской

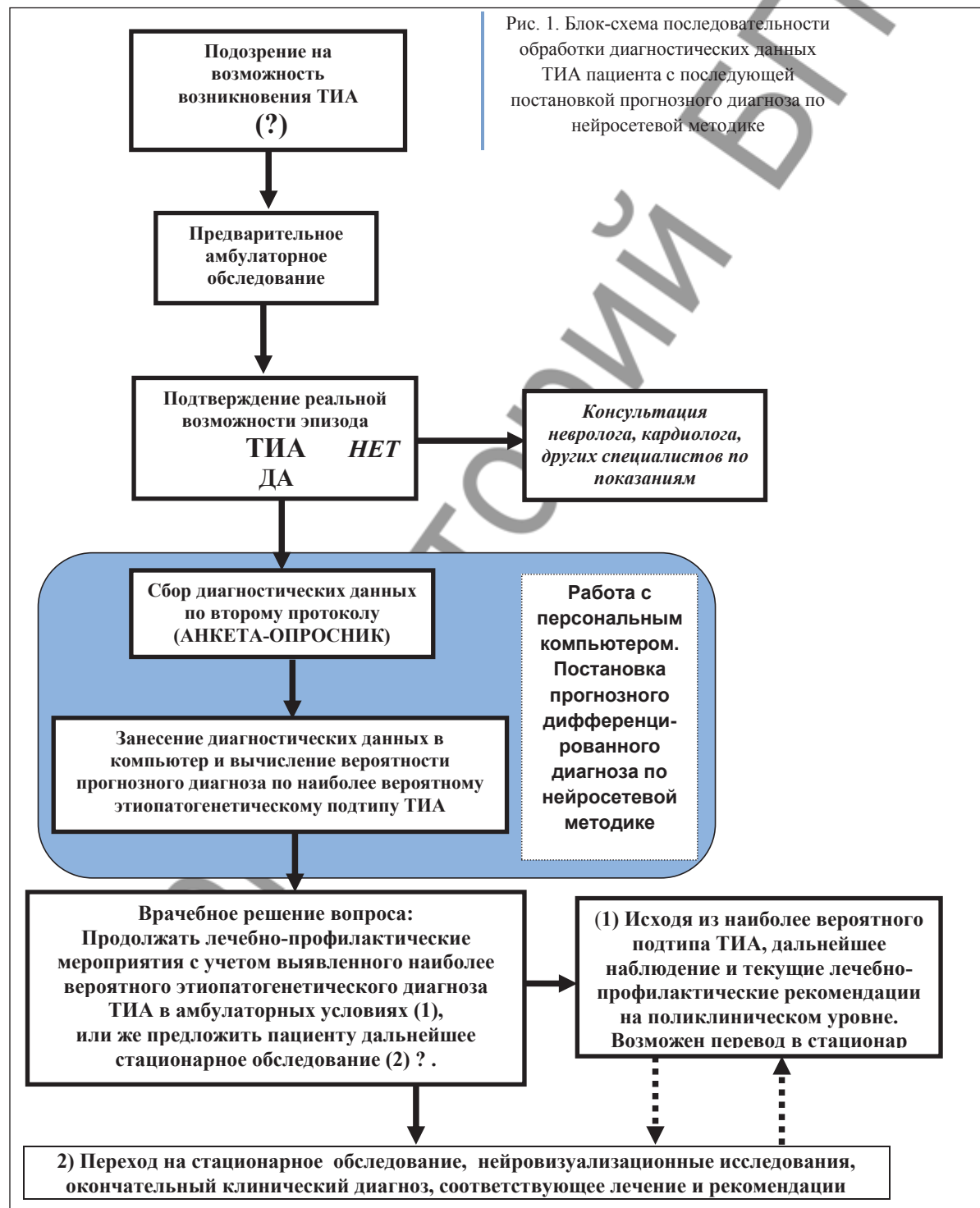


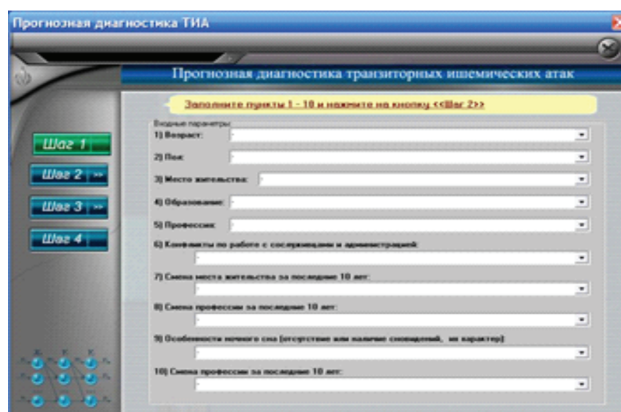
Рис. 1. Блок-схема последовательности обработки диагностических данных ТИА пациента с последующей постановкой прогнозного диагноза по нейросетевой методике

Таблица 1. Перечень принятых в исследование признаков, жалоб и симптомов

№	Признак, симптом	Число градаций по каждому признаку
1	Возраст	4
2	Пол	2
3	Место жительства	5
4	Образование	4
5	Профессия	4
6	Конфликты по работе и с администрацией	3
7	Смена места жительства за последние 10 лет	5
8	Смена профессии за последние 10 лет	7
9	Особенности ночного сна (наличие или отсутствие сновидений, их характер)	4
10	Бессонница	3
11	Наследственность по патологии сосудов мозга	3
12	Наследственность по другим заболеваниям	3
13	Артериальная гипертензия	4
14	Диастолическое давление	3
15	Аускультация сердца	5
16	Границы сердца	3
17	Изменения на ЭКГ	3
18	Боли в области сердца	4
19	Нарушения сердечного ритма	4
20	Хронический бронхит	3
21	Хронический гепатохолецистит	3
22	Хронический гастрит, язвенная болезнь желудка	4
23	Почечнокаменная болезнь	3
24	Остеохондроз шейный (выраженность и характер болей)	4
25	Метеозависимость	5
26	Употребление алкоголя	3
27	Курение (количество)	3
28	Курение (возраст)	4
29	Работоспособность	3
30	Раздражительность	3
31	Снижение памяти (степень)	3
32	Снижение памяти (время появления)	3
33	Снижение остроты зрения (степень)	3
34	Снижение остроты зрения (время появления)	4
35	Зрительные нарушения	3
36	Головные боли (характер)	4
37	Головные боли (время появления)	4
38	Головокружение	4

помощи. Предлагаемая схема существенно суживает этот период неопределенности, ускоряя конкретизацию такой помощи уже на амбулаторно-поликлиническом уровне. По окончании обследования и амбулаторного лечения, пациент может быть направлен на дальнейшее дообследование и лечение в стационар, и оттуда, в случае необходимости, может быть направлен на амбулаторно-поликлиническое наблюдение. Каждый такой случай рассматривается отдельно и решение принимается строго индивидуально для каждого пациента. Речь идет о прогнозном диагнозе.

Рис. 2. Пользовательский интерфейс системы прогнозной диагностики ТИА



Следует особо подчеркнуть различие между реальной и прогнозной диагностикой.

Традиционное клиническое мышление в повседневной работе ориентировано на реальный диагноз, исходя из реальной симптоматики. Прогнозный диагноз проходит второплано, возможность его реализации неопределенна, обозначена нечетко, сомнительно. В предлагаемой ангионейропревентологической прогнозной системе диагноз это не уже состоявшийся приговор, но виртуальный диагноз-предупреждение, предупреждающий о возможной угрозе его реализации, указывающий на необходимость принятия своевременной лечебно-профилактической коррекции.

Для общения с врачом разработан интерактивный интерфейс, рис. 2.

Обучение проведено по методу обратного распространения ошибки (back propagation algorithm), точность совпадения диагнозов обучающей и тестовой выборки 78% [].

Полученные результаты на обучающей и тестовой выборке приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Точность распознавания по обучающей и тестовой выборке.

Количество обучающих случаев	Количество тестовых случаев	Процент распознавания на обучающей выборке	Процент распознавания на тестовой выборке
90	24	100%	78%

100-процентное совпадение на обучающей выборке распознавания образов (т.е. дифференцированных по подтипам индивидуальных диагнозов) показывает, что система хорошо и «добросовестно» усвоила их распознавание только на обучающей выборке представленных клинических случаях.

Феномен «переобученности» (overfitting), столь выраженный в классификационно-прогностических системах на линейном дискриминантном анализе, здесь не проявляется. На тестовых выборках, несмотря на высокие прогнозные значения конкретных клинических случаев, ожидать 100-процентное совпадение по всей выборке опрочметливо. В таблице 2 приведены результаты постановки прогнозного диагноза индивидуально для каждого пациента.

Таблица 2. Результаты постановки нейроинтеллектуального прогнозного диагноза возможности возникновения эпизода ТИА, дифференцированно по подтипам (фрагмент).

Пациент, пол, возраст	Процент вероятности возникновения ТИА по подтипам, %			Проч. состояния
	Атеротромботический	Кадиоэмболический	Гипертензивный	
1, ж 45 лет	81,21	18,38	0,41	0
2, ж 41 год	0	53,25	46,75	0
3, ж 56 лет	0	99,98	0,02	0
4, ж 35 лет	0	42,17	2,24	55,59
5, м, старше 60 лет	0,01	99,99	0	0
6, м, старше 60 лет	0,12	0,12	99,76	0
7, м, 39 лет	0	2,06	97,85	0,1
8, ж, 32 года	0	16,94	16,94	66,13
9, ж 48 лет	0	17,78	82,22	0
10, м, старше 60 лет	0,00	0,00	49,98	50,02

Полностью значения вероятностей прогнозной диагностики возможности возникновения эпизода ТИА с указанием подтипа получены для всех 156 клинических случаев.

В некоторых случаях получены высокие, почти достоверные значения вероятностей прогнозных дифференцированных по подтипам ТИА диагнозов, но они не должны смущать. Фактически, это высокая степень настороженности, но никак не обязательная реализация угрозы последующего эпизода ТИА.

Медицинская идеология наших исследований основывается на общих принципах клинической превентологии, которая имеет отличия от традиционной профилактической медицины [30],

Придерживаясь хронологической последовательности в освоении и становлении формализованного подхода (прикладная математика, информатика, кибернетика) к предотвращению острой преходящей цереброваскулярной патологии условно можно выделить три этапа.

1. Первые работы такого плана начали появляться с конца 50-х годов, – в Беларуси на Кафедре нервных болезней МГМИ – с начала 70-х годов [1-9]. Целесообразность решения проблемы предотвращения острой «ускользающей» цереброваскулярной патологии с переходом в инсульт формализованными методами была четко сформулирована членом-корреспондентом АМН СССР, профессором Н.С. Мисюком [1].

2. Затем последовал период выделения и конкретизации решения проблемы предотвращения острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) с привлечением статистических методов классификаций и прогнозирования (НИИ неврологии и нейрохирургии МЗ РБ, в последующем – РНПЦ неврологии и нейрохирургии МЗ РБ) [10-18].

3. Новейший период с первых 2000-х годов – разработки совместно с Кафедрой интеллектуальных информационных технологий БрГТУ под руководством профессора

В.А. Головки [21, 22, 27-29]. По сути, два первых периода – это подготовительные годы освоения и углубленного понимания методов формализации клинико-неврологической информации применительно к решению проблемы предотвращения острой преходящей цереброваскулярной патологии.

В настоящее время имеются все необходимые предпосылки к внедрению в практическую неврологию методов превентивного предотвращения и недопущения возникновения транзиторной ишемической патологии, общие клинико-неврологические положения и концепции которых обстоятельно и полно изложены в монографии Б.Е. Шахова и В.Д. Трошина «Клиническая превентология, 2011» [30].

В заключении конкретизируем цель, задачи прогнозной диагностики ТИА и методологию достижения этой цели:

Не лечение больного с уже состоявшимися острыми преходящими нарушениями мозгового кровообращения, а недопущение развития этой скоротечной острой преходящей кардиоцереброваскулярной патологии у здорового человека.

На базе структурно-функциональной концепции организации защитных механизмов кровоснабжения мозга основана и разработана ангионейропревентологическая прогнозно-диагностическая система распознавания ТИА, дифференцированных по подтипам. Преследуется цель **работать на опережение** в противостоянии различным вредоносным (патогенным) влияниям и факторам риска и еще на достационарном доклиническом (донозологическом) этапе не допустить возникновения и дальнейшего развития такой кардиоцереброваскулярной патологии у здорового человека.

Методологический подход осуществляется на базе применения нейроинтеллектуальных нейросетевых моделей для достационарной индивидуализированной прогнозной диагностики по простым и доступным (прежде всего анамнестическим) признакам-предикторам (социально-медико-биологическим маркерам), указывающим на реальную возможность возникновения транзиторной ишемической атаки. Высокая степень вероятности реализации прогнозного диагноза указывает на необходимость проведения целенаправленных неотложных превентивных мероприятий.

Литература

1. Мисюк, Н.С. Прогнозирование и профилактика острых нарушений мозгового кровообращения. Минск: Вышэйшая школа, 1987. 191 с.
2. Мاستыкин, А.С. Опыт прогнозирования исхода острых нарушений мозгового кровообращения. В сб.: Сосудистая патология мозга. Вильнюс, 1971. С. 56-58.
3. Мастыкин, А.С., Семак А.Е., Рязцева Т.Д., Гришков Е.Г. Дискриминантный анализ при прогнозировании возникновения ишемического инсульта. В сб.: Кибернетика в неврологии. / Под ред. Н.С. Мисюка, Минск -1976.- С. 79-83.
4. Мисюк, Н.С., Семак А.Е., Адамович В.И. Структура системы прогнозирования возникновения мозговых инсультов, основанной на дискриминантном анализе В сб. Математика и кибернетика в неврологии. Минск, 1979. С. 23-29.
5. Мисюк, Н.С., Семак А.Е., Мастыкин А.С. Прогнозирование возникновения ишемических инсультов. Здравоохранение Белоруссии. 1980. № 8. С. 3-5.

6. Мисюк, Н.С., Семак А.Е., Гришков Е.Г. Мозговой инсульт (прогнозирование и профилактика). – М.: Медицина, 1980. 208 с.

7. Мисюк, Н.С. Прогнозирование основа индивидуальной профилактики мозговых инсультов. Здравоохранение Белоруссии. 1980. №8. С. 13.

8. Семак, А.Е. Прогнозирование возникновения мозговых инсультов. //Автореф.дис.... докт. мед. наук. Киев. 1986. 33 с.

9. Семак, А.Е., Евстигнеев В.В., Адамович В.И. Система прогнозирования возникновения мозговых инсультов и их профилактики. – Минск, 1999.

10. Антонов, И.П., Мاستыкин А.С., Шалькевич В.Б. Роль экспертной системы в изучении патогенеза и постановке диагноза преходящих нарушений мозгового кровообращения. В сб. Периферическая нервная система. Вып. 19. Минск, 1997. С. 53-58.

11. Шалькевич, В.Б. Преходящие нарушения кровообращения в артериях вертебрально-базилярной системы. Автореф. дис... докт. мед. наук. М. 1988. 43 с.

12. Shalkevich, V., Mastykin, A. Prognostic symptomatology of transient ischemic attacks. European J. of Neurol., 1998 vol. 5 (suppl.3), P. S96-S97.

13. Апанель, Е.Н., Мастыкин А.С., Антонов И.П. База данных больных, перенесших ишемический инсульт, нуждающихся в реабилитационных мероприятиях// Актуальные проблемы медико-биологической науки: Сб. науч. тр. Минск, 1997. Кн. 2. С. 10-14.

14. Апанель, Е.Н. Особенности медицинской реабилитации в раннем восстановительном периоде больных, перенесших ишемический инсульт//Медицинские новости.- 1997.- № 9.- С. 55-57.

15. Апанель, Е.Н., Кашицкий Э.С., Лихачев С.А., Ситник Г.Д. Кинезотерапия в медицинской реабилитации больных ишемическим инсультом с двигательными нарушениями в раннем восстановительном периоде: Метод. Рекомендации/ НИИ неврологии, нейрохирургии и физиотерапии МЗ РБ. Минск, 1998. 30 с.

16. Мастыкин, А.С., Шалькевич В.Б., Зобнина Г.В., Костенич Л.И., Апанель Е.Н. Комплексное дифференцированное и унифицированное лечение и профилактика преходящих нарушений мозгового кровообращения. Метод. рекомендации.- Минск-1998. 32 с.

17. Мастыкин, А.С., Дривотинов Б.В., Апанель Е.Н. Антонов И.П. Факторный анализ признаков, симптомов и факторов риска транзиторной ишемической атаки. ВЕСЦІ НАН Беларусі Сер. мед. навук. 2005, №3. 32-36

18. Апанель, Е.Н., Мастыкин А.С. Основы восстановления нарушенных функций после инсульта. «Технопринт», Минск, 2005, 168 с. Монография.

19. Апанель, Е.Н. Комплексный подход к превентивным этиотропным лечебно – профилактическим мероприятиям по предотвращению эпизодов транзиторных ишемических атак. Медицинский журн. 2008. № 2. С. 117-120.

20. Апанель, Е.Н. Транзиторные ишемические атаки: системный анализ. ВЕСЦІ НАН Беларусі, Сер. мед. навук. 2011. № 1. С. 81–90.

21. Апанель, Е.Н., Войцехович Г.Ю., Головко В.А., Мастыкин А.С. Формализованный подход к структурно-функциональной организации защитных механизмов кровоснабжения мозга. Военная медицина, 2013. № 1. С. 80-83.

22. Апанель, Е.Н. Евстигнеев В.В., Головко В.А, Мастыкин А.С, Войцехович Г.Ю. Нейропревентологический подход к проблеме диагностики транзиторных ишемических атак. Новости медико-биологических наук. 2012. № 4. С. 145-154.

23. Апанель, Е.Н. Нейрокомпьютинг: достигнутое и перспективы в ангионеврологии. // Военная медицина. 2009. № 2. С. 117-124.

24. Новоселова, Н.А., Апанель Е.Н., Дривотинов Б.В., Мастыкин А.С. «Консилиум» адаптивных нейросетевых классификаторов для дифференциальной диагностики подтипов транзиторных ишемических атак//Медицинский журнал.-2008.-№ 3.- С. 116-121.

25. Дривотинов, Б.В., Мастыкин А.С. Математика и вычислительная техника в неврологии // Белорусский медицинский журнал. 2004. № 4. С. 50-52.

26. Дривотинов, Б.В., Апанель Е.Н., Новоселова Н.А., Мастыкин А.С., Федулов А.С. Адаптивная нейро-нечеткая модель для дифференциальной диагностики подтипов транзиторных ишемических атак // Военная медицина. 2007. № 4. С. 101–106.

27. Golovko, V. Voytsehovich H., Apanel E., Mastykin A.. Neural Network Model for Transient Ischemic Attacks Diagnostics. Optical Memory and Neural Networks (SpringerLink) Vol. 21 No. 3. 2012, P. 166- 176.

28. Головко, В.А. Нейросетевые технологии обработки данных для обнаружения аномалий в биомедицинских сигналах. XIV Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2012». Лекция по Нейроинформатике М: МИЯУ МИФИ. 2012. С. 11- 48.

29. Войцехович, Г.Ю., Апанель Е.Н., Головко В.А., Мастыкин А.С. Разработка модели распознавания образов для прогнозной диагностики транзиторных ишемических атак. Военная медицина, 2013. № 1. С. 148-151

30. Шахов, Б.Е., Трошин В.Д. Клиническая превентология. М. 2011. 736 с.

Поступила 1.04.2013 г.