

Р. С. ВИННИЦКАЯ, В. Г. ГИТИС, С. Г. ЕРАМЯН, В. С. НАГОРНОВ,
Н. Н. СУНГУРЯН, И. Т. ТУРБОВИЧ, Е. Ф. ЮРКОВ

ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ОЦЕНКОЙ КЛИНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ПРИЗНАКАМИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

При помощи математического метода (требующего ЭВМ) выявлен комплекс наиболее информативных параметров функции внешнего дыхания. Получена количественная зависимость между этими параметрами и клинической оценкой в виде графиков. Сумма ординат этих графиков позволяет получить (без ЭВМ) количественную оценку дыхательной недостаточности каждого больного, что может быть использовано на практике при оценке эффективности лечения и разного рода экспертизах.

В клинической практике легочных заболеваний весьма важно выяснение взаимозависимости между тяжестью клинического состояния больного и нарушениями функциональных параметров аппарата дыхания. Известно, что чем тяжелее состояние больного с легочным заболеванием, тем в большей степени нарушены показатели внешнего дыхания. Однако количественную зависимость между общей клинической оценкой и объективно измеряемыми показателями трудно выявить, потому что имеется большая вариабельность как клинического состояния, так и величин, казалось бы, объективно характеризующих функцию аппарата дыхания.

Нахождение количественной зависимости между общей оценкой тяжести состояния больного и клиническими признаками дыхательной недостаточности (ДН) и физиологическими параметрами дыхания поможет выяснить информативность измеряемых показателей. При этом возможно выработать минимальный комплекс показателей и сформулировать правило для заключений о ДН.

В последние годы в медицину широко внедряются математические методы: решение диагностических задач с помощью ЭВМ, прогнозирование исхода болезни и т. п. [1—5]. В нашей работе применен один из математических методов, требующий для своего решения использования ЭВМ.

Для решения задачи использована следующая модель связи:

$$r_n = \sum_{i=1}^I \varphi_i(x_{ni}) + \varepsilon_n, \quad (n=1, \dots, N)$$

где g_n — тяжесть состояния больного (n);

x_{ni} — значение показателя i больного (n);

ε_n — случайная ошибка, обусловленная различными неучтенными факторами.

Интересующая нас связь выявлялась при нахождении функций на основе совокупности данных некоторой выборки больных. Указанные функции искались методами, изложенными в работе И. Т. Турбо-вича [6].

Была собрана выборка из данных 145 больных, имевших хроническую пневмонию—ограниченную и диффузную (осложненную диффузным бронхитом) формы. Больные были разделены на 5 групп на основании учета клинических признаков нарастающей легочной недостаточности и ухудшения общего состояния [3]. В I—II группах больных общее состояние удовлетворительное: в I—отсутствие дыхательной недостаточности (ДНО), во II—только начальная ее степень (ДН_I), больные III группы—с ухудшением клинического состояния и дыхательной недостаточностью I или II степени, а больные IV и V групп—с тяжелым клиническим состоянием с недостаточностью II или III степени (ДН_{II} и ДН_{III})*.

Параметры, характеризующие внешнее дыхание, получены в лаборатории функциональной диагностики клиники торакальной хирургии Ереванского института усовершенствования врачей. Исследования проводились утром, натощак, после получасового отдыха, в положении сидя. Помимо общепринятого спирографического исследования на спирографе СГ-1М, проводилась капнография (прибор ГУМ-2) для определения CO_2 в конечной порции выдыхаемого воздуха и прироста CO_2 в альвеолярной фазе выдоха— ΔCO_2 (%). На пневмотахометре определяли мощность форсированного вдоха и выдоха в л/сек.

Мы считали необходимым брать параметры, по возможности не дублирующие друг друга, но наиболее полно отражающие разные стороны физиологии дыхания. Вначале были взяты 10 показателей, отражающих вентиляцию—число дыханий в минуту, минутный объем дыхания (МОД), коэффициент использования кислорода (КИО₂), неравномерность вентиляции (ΔCO_2A); легочные объемы—жизненная емкость легких (ЖЕЛ), отношение резервных объемов (РОВ_{выд}/РОВ_{вд}); механику дыхания (динамические показатели)—объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁), максимальная вентиляция легких (МВЛ), мощность форсированного вдоха и выдоха (М_{вд} и М_{выд}) (табл. 1).

Вопрос нахождения связи между врачебной оценкой тяжести состояния (номером группы) и патофизиологическими измерениями дыхания решался в нескольких вариантах с тем, чтобы отобрать приемлемое число наиболее информативных параметров и выбрать наи-

* По классификации XV съезда терапевтов.

Таблица 1

Средние величины показателей дыхания

Показатели	Клинические группы				
	I	II	III	IV	V
Число дыханий в 1 мин	15,82	16,88	17,59	18,57	19,50
МОД, л/мин	10,29	10,81	9,90	10,66	10,38
МОД, % к до лжной	196,3	184,3	188,9	198,6	194,9
КИО ₂ , мл/л	28,4	26,9	23,7	23,7	27,3
ΔСО ₂ А, %	1,53	1,54	1,40	1,74	1,72
ЖЕЛ, мл	3622	3074	2486	2024	1724
ЖЕЛ, % к до лжной	105,0	85,5	75,6	56,3	48,7
ОФВ ₁ , % к ЖЕЛ	70,0	67,3	58,2	53,7	57,9
МВЛ, л/мин	71,4	52,7	35,5	34,2	31,0
МВЛ, % к до лжной	81,8	62,2	47,8	39,1	39,7
ПТМ вдоха, л/сек	4,14	3,12	2,71	2,09	1,75
ПТМ выдоха, л/сек	4,12	3,08	2,63	1,69	1,44
Ровыд/Ровд	0,87	0,65	0,68	0,62	0,70
Средняя оценка ($\Sigma f_i(x_i)$)	1,646	2,326	2,886	3,527	3,913

лучший вариант. В первых двух вариантах задача решалась при включении 10 ненормированных (а) и нормированных показателей (б). После получения предварительных данных по вариантам (а) и (б) и рассмотрения матрицы корреляции (табл. 2) ряд показателей был отброшен. Мы имели основание считать, что МОД в л/мин и в %, отношение Ровыд/Ровд не существенны для оценки состояния больного, потому что вклад каждого из этих показателей оказался минимальным. Было решено также отказаться от одной из двух пар высококоррелированных показателей: МВЛ—ОФВ₁ и Мвд—Мвыд.

Для окончательного варианта решения задачи оставлено шесть показателей: число дыханий в минуту, КИО₂, ΔСО₂, ЖЕЛ, ОФВ₁ и Мвыд. Ввиду того, что оценка тяжести состояния больных с хронической пневмонией и диффузным бронхитом в первую очередь зависела от показателей, характеризующих нарушение механики дыхания, мы рассмотрели также вопрос о возможности оценки ДН на основании только одного показателя.

Варианты (а) и (б) решались по учебной выборке из данных 102 больных, 43 оставлены для контроля. Среднеквадратичное отклонение прогнозируемой величины от врачебной оценки в контрольной группе по обоим вариантам было одинаковым ($\gamma = 0,548$); окончательный вариант с выбранными шестью показателями решался по показателям. 56 больных, случайно попавших в учебную выборку, остальные оставлены для контроля. На рис. 2 представлены оценки, сделанные на основании сопоставления полученных функций $f_i(x_i)$ с врачебной оценкой. Среднеквадратичное отклонение прогнозируемой величины от врачебной оценки $\gamma = 0,381$. Этот вариант решения дал такой же результат, как и при использовании всех 10 показателей. Из этого можно сделать вывод, что предварительно отброшенные показатели:

Таблица 2

Матрица корреляции показателей внешнего дыхания

Показатели	Порядковые номера показателей										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Число дыханий в 1 мин	1,00	—	—	—	-0,32	—	-0,36	—	—	—	0,26
МОД, л	—	1,00	-0,42	—	—	—	—	—	—	—	-0,06
КИО ₂ , мл/л	—	-0,42	1,00	—	—	—	—	—	—	—	-0,26
ΔСО ₂ , %	—	—	—	1,00	—	—	—	—	—	—	0,08
ЖЕЛ, мл	-0,32	—	—	—	1,00	0,86	0,55	0,73	0,72	—	-0,70
ОФВ ₁ , мл	—	—	—	—	0,86	1,00	0,57	0,65	0,69	—	-0,74
МВЛ, л	-0,36	—	—	—	0,55	0,57	1,00	0,54	0,58	—	-0,51
Мвд, л/сек	—	—	—	—	0,73	0,65	0,54	1,00	0,86	—	-0,56
Мвыд, л/сек	—	—	—	—	0,72	0,69	0,58	0,86	1,00	—	-0,64
Ровыд/Ровд	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,00	-0,15
Клиническая оценка (R)	0,25	-0,05	-0,26	0,08	-0,70	-0,74	-0,51	-0,56	-0,64	-0,15	1,00

Примечание. Приведены коэффициенты корреляции больше 0,30.

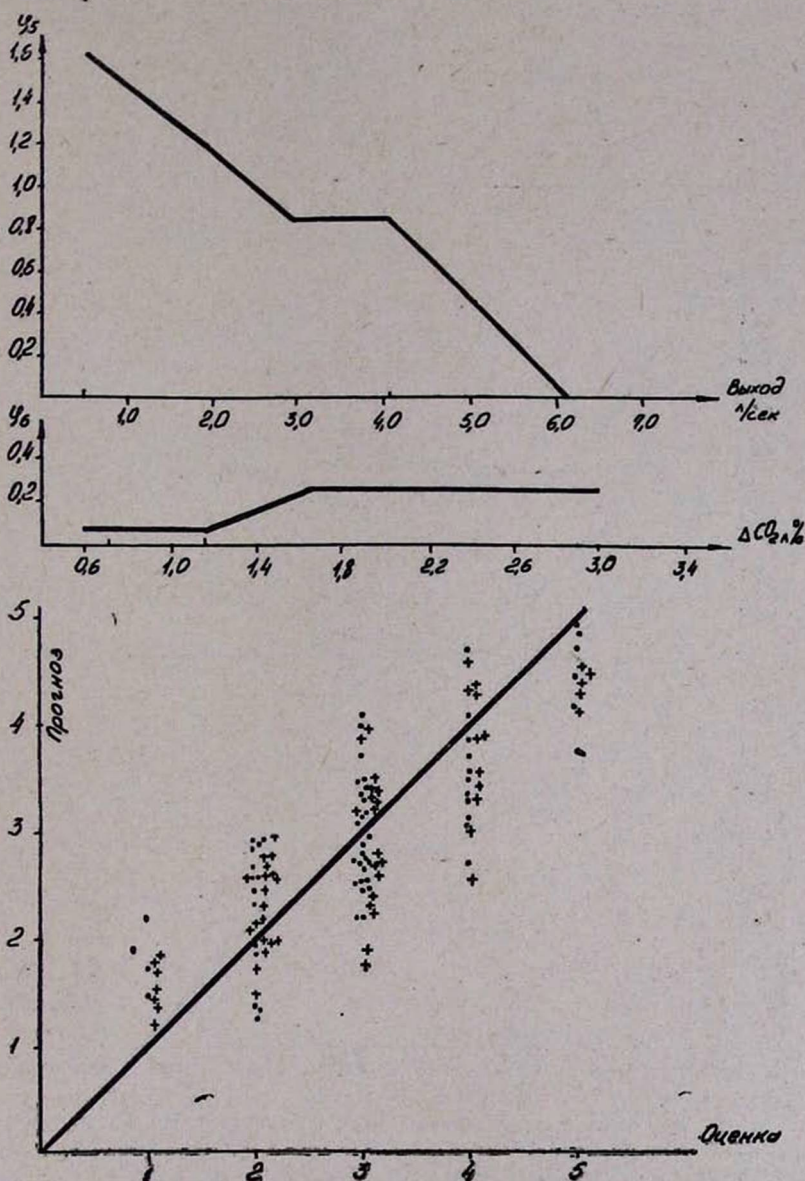


Рис. 1. Сопоставление оценки врача с суммарной функциональной оценкой дыхательной недостаточности (прогноз), сделанной по графикам рис. 2. Обозначения: . случаи из учебной выборки; + случаи из контрольной выборки.

действительно не внесли существенной информации в искомую зависимость.

Функции $f_i(x_i)$, полученные для каждого из вышеперечисленных показателей, приведены на рис. 1. Как видно из рисунка, по фактическим показателям данного больного находим соответствующее каждо-

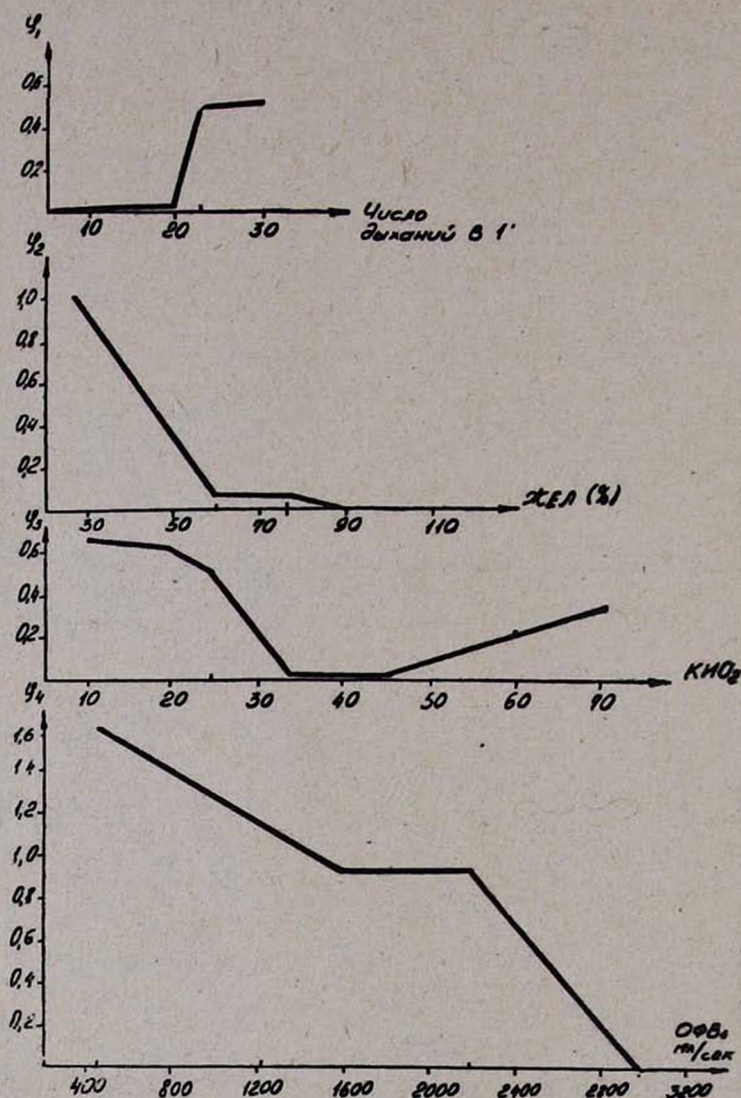


Рис. 2. Графики информативных функциональных показателей. По оси абсцисс — значения показателей — число дыханий (1), ЖЕЛ в % (2), KIO₂ (3), ОФВ₁ (4), Мвыд (5), Δ CO₂ % (6); по оси ординат — величины показателей (1, 2, 3, 4, 5, 6), дающие вклад в суммарную функциональную оценку дыхательной недостаточности.

му из показателей значение его функции (на оси Y), затем эти величины откладывают для нахождения прогнозируемой оценки.

С целью иллюстрации приводим данные больного С., 43 лет, с диагнозом: хроническая пневмония нижней доли правого легкого — число дыханий — 15 в 1 минуту. ЖЕЛ — 69%, KIO₂ — 40 мл/л, ОФВ₁ — 1600 мл; Мвыд — 4 л/сек, Δ CO₂ — 1%; функция $\varphi_1(x)$ соответственно — 0; 0,08; 0; 0,92; 0,82; 0,05; 1,87.

Из суммарной оценки $\Sigma \varphi_1(x) = 1,87$ следует, что по показателям внешнего дыхания состояние больного С. можно отнести к II группе.

Таким образом, на основании математического метода решения задачи была получена количественная зависимость между физиологическими показателями, характеризующими нарушения внешнего дыхания, и клинической оценкой тяжести состояния больного. Это дает нам возможность определить степень ДН, используя получаемую суммарную оценку изменений показателей внешнего дыхания. С этой целью мы условно вводим следующие границы суммарной оценки нарушений дыхания: от 0 до 1,50—отсутствие дыхательной недостаточности (ДН₀); от 1,51 до 2,50—дыхательная недостаточность I степени (ДН_I); от 2,51 до 3,50—дыхательная недостаточность II степени (ДН_{II}); от 3,51 и выше—дыхательная недостаточность третьей степени (ДН_{III}).

Как видно из данных больного С., приведенных выше, оценка нарушения внешнего дыхания равна 1,87; на основании определения степеней ДН следует считать, что у него имелась ДН_I.

В табл. 3 приведено распределение больных по клинической тяжести степени ДН.

Таблица 3
Распределение больных по клиническим группам и степени ДН

Клинические группы	Степень ДН			
	ДН ₀	ДН _I	ДН _{II}	ДН _{III}
I (состояние вполне удовлетворительное)	8	8	1	0
II (удовлетворительное)	4	19	18	0
III (средней тяжести)	1	10	26	7
IV (тяжелое)	0	2	11	13
V (очень тяжелое)	0	0	5	12

Проверка возможности оценки состояния больного на основании только одного показателя—ОФВ₁—показана на рис. 3а. В этом варианте среднеквадратичное отклонение в контрольной выборке оказалось равным 0,510 (рис. 3б), что заметно хуже, чем в основном варианте с шестью показателями. Оказалось, что один показатель—ОФВ₁—достаточен для оценки состояния больных I—III групп с легким течением заболевания и недостаточен для оценки состояния тяжелых больных IV—V групп. Из этого можно сделать заключение, что у наиболее тяжелых больных существенно нарушена вентиляция легких, поэтому даже для приблизительной классификации нельзя ограничиться одним показателем.

Таким образом, была показана возможность выявления количественной зависимости между функциональными показателями, характеризующими внешнее дыхание, и клиническим состоянием больных.

Уточнение информативности и выделение минимального комплекса функциональных показателей внешнего дыхания с определением

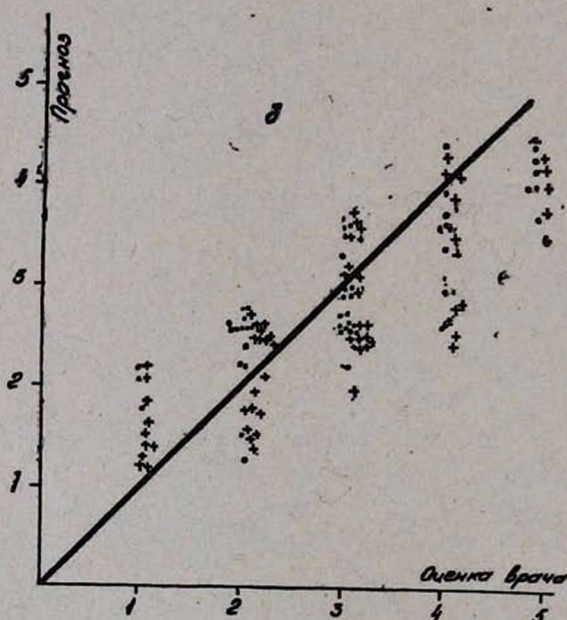
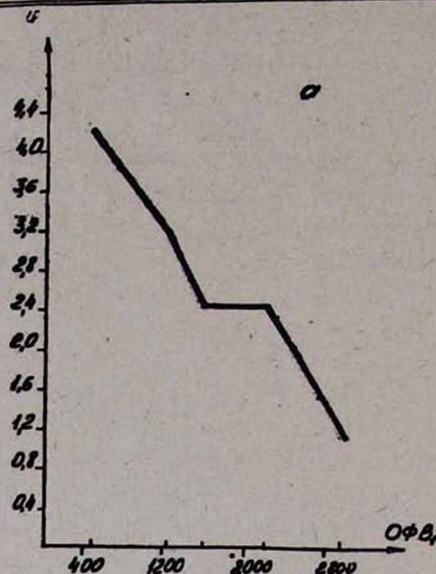


Рис. 3. а. Оценка дыхательной недостаточности, сделанная на основании одного показателя ОФВ₁. б. Сопоставление оценки врача с оценкой, сделанной по графику (А).

границ степени ДН могут быть использованы на практике при разного рода экспертизах, оценке тяжести заболевания и эффективности различных методов лечения.

Институт хирургии им. А. В. Вишневского
АМН СССР, ИПИ АН СССР,
Ереванский ГИДУВ

Поступила 22/V 1977 г.

Ռ. Ս. ՎԻՆԻՑԿԱՅԱՆ, Վ. Գ. ԴԻՏԻՍ, Ս. Գ. ԵՐԱՄՅԱՆ, Վ. Ս. ՆԱԳՈՐՆՈՎ,
Ն. Ն. ՍՈՒՆԳՈՒՐՅԱՆ, Ի. Տ. ՏՈՒՐՐՈՎԻՉ, Ե. Ֆ. ՅՈՒՐԿՈՎ

**ՔԱՆԱԿԱԿԱՆ ԿԱԽՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՍՏԱՑՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԿԼԻՆԻԿԱԿԱՆ ՎԻՃԱԿԻ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ԵՎ ՇՆՋԱՌԱԿԱՆ
ԱՆՔԱՎԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՖՈՆԿՑԻՈՆԱԼ ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐԻ ՄԵՋ
ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՕԳՆՈՒԹՅԱՄԲ**

Ա մ փ ն փ ու մ

Մատիմատիկական մեթոդի օգնությամբ (էՀՄ-ի վրա) ընտրված են 145 խրոնիկական պնևմոնիայով հիվանդների տվյալներ: Հիվանդության ծանրության գնահատումի և շնչառության ֆունկցիոնալ ցուցանիշների կապի հայտնաբերումը լուծվել է մի քանի եղանակներով, այն նպատակով, որ ընտրվեն ամենաինֆորմատիվ ցուցանիշների թիվը և լավագույն եղանակը: Նախնական տվյալների և կոռիլյացիայի մատրիցայի վերանայումից հետո մի քանի ցուցանիշներ հաշվի չեն առնվել: Խնդրի լուծման լավագույն եղանակը հիմնվում է 6 ցուցանիշների վրա (շնչառության հաճախականությունը մեկ րոպեում, թթվածնի օգտագործման գործակիցը, ΔCO_2 , թոքերի կենսական ծավալը, արագացած արտաշնչման ծավալը և արտաշնչման հզորությունը), այսինքն՝ որոշված է անհրաժեշտ ֆունկցիոնալ ցուցանիշների միևմուտե քանակը: Այսպիսով, հայտնաբերված է արտաքին շնչառական ֆունկցիայի ցուցանիշների ամենաինֆորմատիկ կոմպլեքսը:

Կառուցված են գրաֆիկներ, որոնք արտահայտում են քանակական կախումը տվյալ ցուցանիշների և հիվանդի կլինիկական վիճակի միջև: Այդ գրաֆիկների օրդինատների գումարը հնարավորություն է ստեղծում ստանալ (առանց էՀՄ-ի) հիվանդի շնչառական անբավարարության քանակական գնահատումը, որը կարող է օգտագործվել կլինիկական բուժման արդյունավետության և տարբեր ձևի հետազոտությունների գնահատման ժամանակ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Быховский М. Л., Вишневский А. А. Кибернетические системы в медицине. М., 1971.
2. Ерамян С. Г. Автореферат докт. дисс. Ереван, 1969.
3. Ластед Л. Введение в проблему принятия решений в медицине (пер. с англ.). М., 1971.
4. Под ред. Брайнеса С. Н. Биологическая и медицинская кибернетика. М., 1971.
5. Под ред. Неймарка Ю. И. Распознавание образов и медицинская диагностика. М., 1972.
6. По ред. Турбовича И. Т. Нелинейный и линейный методы в распознавании образов. М., 1975.