

## МЕТОДИКА

### Програмування та розв'язання задачі по обчисленню параметрів кисневих режимів організму на електронно-обчислювальній машині

В. С. Міщенко

*Відділ вікової фізіології Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР, Київ*

Уявлення про кисневий режим (КР) організму [2] передбачає вивчення взаємозв'язаних параметрів — парціального тиску ( $pO_2$ ) та кількості кисню ( $qO_2$ ) на різних етапах його перебування в організмі, визначуваних функцією органів дихання, кровообігу, дихальною функцією крові та іншими механізмами. Такий підхід передбачає аналіз надходження, транспорту і споживання  $O_2$  з якісного і кількісного боку, якісну і кількісну оцінку співвідношень між функціональними показниками і параметрами КР, уточнення формул обчислення, систематизацію розрахунків кисневих параметрів і показників діяль-

Таблиця 1

Вихідні експериментальні дані, застосовані для обчислення  
параметрів КР організму

Цифровий код	Показники	Символи
1	Вік (в роках)	A
2	Вага (кг)	W
3	Фактор редукції	F
4	Барометричний тиск (мм рт. ст.)	$P_B$
5	Тиск водяних парів вдихуваного повітря	$P_{H_2O}$
6	Вміст $O_2$ у вдихуваному повітрі (об. %)	$F_{iO_2}$
7	Вміст $O_2$ у видихуваному повітрі (об. %)	$F_{EO_2}$
8	Вміст $O_2$ в альвеолярному повітрі (об. %)	$F_{AO_2}$
9	Вміст $CO_2$ у вдихуваному повітрі (об. %)	$F_{iCO_2}$
10	Вміст $CO_2$ у видихуваному повітрі (об. %)	$F_{ECO_2}$
11	Вміст $CO_2$ в альвеолярному повітрі (об. %)	$F_{ACO_2}$
12	Частота дихання (дих/хв)	f
13	Хвилиний об'єм дихання в умовах АТРС (мл/хв)	$\dot{V}_E$
14	Частота серцевих скорочень (уд/хв)	HR
15	Систолічний тиск (мм рт. ст.)	SP
16	Діастолічний тиск (мм рт. ст.)	DP
17	Киснева ємкість крові (об. %)	$S_{max} O_2$
18	Насичення артеріальної крові киснем (%)	$S_{AO_2}$
19	Насичення $O_2$ кінцевих капілярів легень (%)*	$S_{CO_2}$

\* Показник застосовується для обчислення відношення альвеолярної вентиляції до легеневого капілярного кровоструменя. Його розраховували на підставі того, що у здорової людини практично нема різниці між  $P_{O_2}$  в альвеолах і в кінці капілярів легень, з кривої дисоціації оксигемоглобіну (Дж. Комро та ін., 1961).

ності функціональних систем щодо різного об'єму і методів визначення вихідних експериментальних даних [1, 3].

Вивчення КР на різних моделях — віковій, гіпоксичній, фізичного навантаження тощо супроводжується накопиченням великої кількості експериментальних даних, процес обробки яких потребує одержання ряду інших розрахункових показників, проміжних і доповнюючих характеристики діяльності функціональних систем організму.

У зв'язку з цим оброблення експериментального матеріалу звичайними методами передбачає оперування великою кількістю цифрового матеріалу, складну обчислювальну роботу і тому є надзвичайно трудомістким, вимагає багато часу на розрахунки.

Числове розв'язання завдання при обчисленні параметрів КР одержуємо у вигляді певної послідовності великої кількості різних арифметичних дій. При виконанні такого роду розрахунків електронно-обчислювальна машина надає широкі можливості.

Усе це дало підставу використати ЕОМ для розрахунків параметрів КР.

Ми користувалися серійною цифрою ЕОМ «Мінськ-22»\*.

Програма була складена за участю інженера Л. Гордієнка на основі одного з варіантів обчислення параметрів КР за викладеною нижче принципіальною схемою.

Викладаючи принцип складання програми, ми будемо дотримуватись прийнятої в фізіології дихання термінології [4]. Виняток зроблено для символічного позначення споживання кисню, яке ми позначили так, як це зробили Н. В. Лауер і А. З. Колчинська [2, 3]. Це викликано рядом незручностей, що виникають при користуванні загальноприйнятими позначеннями ( $\dot{V}_{O_2}$ ) при розгляді таких показників кисневого режиму організму та їх символічних позначень (введених Н. В. Лауер і А. З. Колчинською), як кількість кисню, що надходить у легені ( $q_{iO_2}$ ), в альвеоли ( $q_{AO_2}$ ), транспортується артеріальною ( $q_{AO_2}$ ) та змішаною венозною кров'ю ( $q_{\bar{V}O_2}$ ).

Для розв'язання завдання по обчисленню параметрів КР в результаті експериментального дослідження необхідно одержати такі вихідні показники (табл. 1).

Для зручності оперування згаданими показниками в дальшому ми застосували цифровий код. Для програмування завдання по розрахунку параметрів КР були застосовані також такі цифрові константи:

Цифровий код	Цифрові константи	Цифровий код	Цифрові константи
20	3,2	24	47
21	40	25	0,6
22	100	26	2
23	101		

Принципіальна схема розрахунку параметрів КР, показників їх аналізу і обчислення інших показників, які відображають діяльність функціональних систем організму, також наведена в прийнятому нами цифровому коді (табл. 2). Так, наприклад, коефіцієнт переведення (К) об'єму видихуваного повітря до об'єму вдихуваного (цифровий код — 27) обчислюється так:  $(22-7-10) : (22-6-9)$ , де 22 — цифрова константа 100, 7 — вміст  $O_2$  у видихуваному повітрі, 10 — вміст  $CO_2$  у видихуваному повітрі, 6 — вміст  $O_2$  у вдихуваному повітрі, 9 — вміст  $CO_2$  у вдихуваному повітрі, що відповідає формулі:  $K = (100 - F_{EO_2} - F_{ECO_2}) : (100 - F_{IO_2} - F_{ICO_2})$  — символічні позначення вказані в табл. 1. Нижче в табл. 2, а наведені формули, на підставі яких склали програму та здійснювали розрахунок показників зовнішнього дихання, кровообігу, газообміну і параметрів кисневого режиму організму, а також деяких критеріїв його оцінки (символічні позначення вказані в табл. 1, назви наведених у табл. 2, а показників вказані в табл. 2).

Як видно з табл. 2, а, застосовані для обчислення КР розрахункові операції — це найпростіші арифметичні операції з послідовно обчисленими параметрами, з відносно невеликим набором вихідних параметрів і з великою кількістю кінцевих. Розрахунок параметрів взаємозв'язаних, тому що дальші обчислюються на основі попередніх.

Програма, як відомо, становить сукупність команд, що задають черговість (послідовність) виконання машинною різних операцій. Кожна команда це цифровий код, який перетворюється в машині на сигнали, що керують кожною операцією.

Програма розрахунку параметрів КР, що займає 380 осередків, використовує проміжні стандартні програми переведення з десяткової системи на двійкову та з двійкової на десяткову. Результати розрахунків друкуються в заданому порядку, наведеному на прикладі (рис. 2).

\* Розв'язання завдання на малій ЕОМ «Промінь» виявилось неможливим через обмеженість об'єму її запам'ятовуючого пристрою. Але слід зауважити, що розв'язання подібної задачі можливе і на більш простих ЕОМ, ніж «Мінськ-22».

Цифровий код	
27	Коефіцієнт переведення об'єму вдихуваного повітря до об'єму видихуваного
28	Дихальний об'єм (мл)
29	Хвилиний об'єм видихування (мл)
30	Фізіологічний мертвий об'єм (мл)
31	Альвеолярна вентиляція (мл/хв)
32	Фізіологічний мертвий об'єм (мл)
33	Альвеолярна вентиляція (мл/хв)
34	Кількість кисню, що надходить у легені (мл/хв)
35	Кількість кисню у венозній крові (мл/хв)
36	Кіл кість кисню, що надходить у легені (мл/хв)
37	Кількість спожитого кисню (мл/хв)
38	Кількість виділеного $CO_2$ (мл/хв)
39	Дихальний коефіцієнт
40	Кількість вуглекислого газу (мл/хв)
41	Парціальний тиск венозної крові (мм рт. ст.)
42	Систолічний об'єм крові (мл/хв)
43	Хвилиний об'єм крові (мл/хв)
44	Вміст кисню в артерійній крові (мл/100 мл)
45	Кількість кисню, що надходить у легені (мл/хв)
46	Кількість кисню, що надходить у легені (мл/хв)
47	Вміст кисню у венозній крові (мл/100 мл)
48	Насичення венозної крові (мл/100 мл)
49	Парціальний тиск кисню в артерійній крові (мм рт. ст.)**
50	Парціальний тиск кисню в венозній крові (мм рт. ст.)**
51	Кількість кисню, що надходить у легені (мл/хв)
52	Вентиляційний еквівалент (мл/хв)
53	$O_2$ —ефект дихального об'єму (мл/хв)
54	Гемодинамічний еквівалент (мл/хв)
55	$O_2$ —ефект серцевого об'єму (мл/хв)
56	Відношення АВ за С (мл/хв)
57	Відношення АВ за С (мл/хв)
58	Відношення $q_{IO_2}$ до $q_{AO_2}$
59	Відношення $q_{AO_2}$ до $q_{\bar{V}O_2}$
60	Відношення $q_{AO_2}$ до $q_{\bar{V}O_2}$
61	Відношення $q_{\bar{V}O_2}$ до $q_{IO_2}$ (мл/кг ваги тіла/хв)
62	$q_{IO_2}$ (мл/кг ваги тіла/хв)
63	$q_{AO_2}$ (мл/кг ваги тіла/хв)
64	$q_{AO_2}$ (мл/кг ваги тіла/хв)
65	$q_{\bar{V}O_2}$ (мл/кг ваги тіла/хв)
66	Вміст $O_2$ у кінцевих капілярах (мл/100 мл)
67	Відношення АВ до С (мл/хв)

\* Прийнятий нами в даної формі формулою Стара має модифікації. Тому програма передбачає перетворення:  $\{21 + [(15-16):26] - 25\}$ .

\*\* До розрахунку, наведеного в артеріальній і венозній крові показники  $P_{AO_2}$  і  $P_{VO_2}$  за існуючої соціалізації оксигемоглобіну при вітальності.

\*\*\* Вентиляційний еквівалент живання кисню в умовах STP (мл) в умовах STPD.

Схема обчислення параметрів кисневого режиму організму, застосована для складання програми ЕОМ

Цифровий код	Показники	Розрахунок
27	Коефіцієнт переведення об'єму видихуваного повітря до об'єму вдихуваного	$(22-7-10):(22-6-9)$
28	Дихальний об'єм (мл)	13:12
29	Хвилинний об'єм вдихуваного повітря (мл/хв)	$13 \times 17$
30	Фізіологічний мертвий дихальний простір, обчислений за $O_2$ (мл)	$[(7-8):(6-8)] \times 28$
31	Альвеолярна вентиляція за $O_2$ (мл/хв)	$(28-30) \times 12$
32	Фізіологічний мертвий дихальний простір, обчислений за $CO_2$ (мл)	$[(11-10):11] \times 28$
33	Альвеолярна вентиляція за $CO_2$ (мл/хв)	$(28-32) \times 12$
34	Кількість кисню, що надходить до легень (мл/хв) $q_{iO_2}$	$(29 \times 3 \times 6):22$
35	Кількість кисню у видихуваному повітрі (мл/хв)	$(13 \times 3 \times 7):22$
36	Кількість кисню, спожитого організмом (мл/хв) $q_{tO_2}$	$34-35$
37	Кількість спожитого $O_2$ (мл/кг/хв)	36:2
38	Кількість виділеного організмом $CO_2$ (мл/хв)	$[13 \times 3(10-9)]:22$
39	Дихальний коефіцієнт	38:36
40	Кількість вуглекислоти, виділеної в альвеоли (мл/хв)	$(33 \times 3 \times 11):22$
41	Парціальний тиск вуглекислоти в альвеолярному повітрі (мм рт. ст.)	$[(4-24):22] \times 11$
42	Систолічний об'єм (мл)*	$23 + [(15-16):26] - (25 \times 16) - (25 \times 1)$
43	Хвилинний об'єм кровообігу (мл/хв)	$42 \times 14$
44	Вміст кисню в артеріальній крові (об. %)	$(17 \times 18):22$
45	Кількість кисню, що транспортується артеріальною кров'ю (мл/хв) $q_{aO_2}$	$(43 \times 44):22$
46	Кількість кисню, що транспортується венозною кров'ю (мл/хв) $q_{vO_2}$	45-36
47	Вміст кисню у венозній крові (об. %)	$(46:43) \times 22$
48	Насичення венозної крові киснем (%)	$(47:17) \times 22$
49	Парціальний тиск кисню у вдихуваному повітрі (мм рт. ст.)	$[(4-5):22] \times 6$
50	Парціальний тиск кисню в альвеолярному повітрі (мм рт. ст.)**	$[(4-24):22] \times 8$
51	Кількість кисню, що надходить в альвеоли (мл/хв) $q_{AO_2}$	$(31 \times 3 \times 6):22$
52	Вентиляційний еквівалент***	29:36
53	$O_2$ -ефект дихального циклу (мл)	36:12
54	Гемодинамічний еквівалент****	43:36
55	$O_2$ -ефект серцевого скорочення (мл)	36:14
56	Відношення АВ за $O_2$ до ХОД (%)	$(31:29) \times 22$
57	Відношення АВ за $CO_2$ до ХОД (%)	$(33:29) \times 22$
58	Відношення $q_{iO_2}$ до $q_{tO_2}$	34:36
59	Відношення $q_{AO_2}$ до $q_{tO_2}$	51:36
60	Відношення $q_{AO_2}$ до $q_{vO_2}$	45:36
61	Відношення $q_{vO_2}$ до $q_{tO_2}$	46:36
62	$q_{iO_2}$ (мл/кг ваги тіла/хв)	34:2
63	$q_{AO_2}$ (мл/кг ваги тіла/хв)	51:2
64	$q_{AO_2}$ (мл/кг ваги тіла/хв)	45:2
65	$q_{vO_2}$ (мл/кг ваги тіла/хв)	46:2
66	Вміст $O_2$ у кінцевих капілярах легень (об. %)	$(17 \times 19):22$
67	Відношення АВ до легеневого капілярного кровострумення	$(66-47):(6-8)$

\* Прийнятий нами в даному варіанті розрахунку параметрів КР метод обчислення ХОК за формулою Стара має модифікацію для обчислення ХОК у дітей (Н. С. Пугіна, 1966). Тому програма передбачає переключення для розрахунку ХОК за цією модифікацією формули:  $\{21 + [(15-16):26] - (25 \times 16) + (20 \times 1)\} \times 14$

\*\* До розрахунку, наведеному в таблиці, не входять величини парціального тиску кисню в артеріальній і венозній крові. Не маючи результатів прямих вимірювань, можна визначити показники  $P_{AO_2}$  і  $P_{VO_2}$  за існуючими номограмами, що відбивають закономірності кривої дисоціації оксигемоглобіну при відомому насиченні артеріальної та венозної крові і рН.

\*\*\* Вентиляційний еквівалент обчислювали як відношення ХОД в умовах ATPS до споживання кисню в умовах STPD.

\*\*\*\* Гемодинамічний еквівалент обчислювали як відношення ХОК (мл) до споживання  $O_2$  (мл) в умовах STPD.

Таблиця 2, а  
 Формули, застосовані для розрахунку показників зовнішнього дихання, кровообігу, газообміну і параметрів кисневого режиму організму, а також деяких критеріїв оцінки параметрів КР

Цифровий код	Формула розрахунку
27	$K = (100 - F_{EO_2} - F_{EO_2}) : (100 - F_{iO_2}) - F_{iCO_2}$
28	$V_T = \dot{V}_E : f$
29	$\dot{V}_i = \dot{V}_E \times K$
30	$V_{DO_2} = [(F_{EO_2} - F_{AO_2}) : (F_{iO_2} - F_{AO_2})] \times V_T$
31	$\dot{V}_{AO_2} = (V_T - V_{DO_2}) \times f$
32	$V_{DCO_2} = [(F_{ACO_2} - F_{ECO_2}) : F_{ACO_2}] \times V_T$
33	$\dot{V}_{ACO_2} = (V_T - V_{DCO_2}) \times f$
34	$q_{iO_2} = (\dot{V}_i \times \Phi \times F_{iO_2}) : 100$
35	$q_{EO_2} = (\dot{V}_E \times \Phi \times F_{EO_2}) : 100$
36	$q_{iO_2} = q_{iO_2} - q_{EO_2}$
37	$q_{iO_2} / W$
38	$q_{iCO_2} = [\dot{V}_E \times \Phi \times (F_{ECO_2} - F_{iCO_2})] : 100$
39	$RQ = q_{iCO_2} : q_{iO_2}$
40	$q_{ACO_2} = (\dot{V}_{ACO_2} \times \Phi \times F_{ACO_2}) : 100$
41	$P_{ACO_2} = [(P_b - 47) : 100] \times F_{ACO_2}$
42	$Q = 101 + (SP - DP) : 2 - 0,6 \times DP - 0,6 \times A$
43	$\dot{Q} = Q \times HR$
44	$F_{aO_2} = (C_{\max O_2} \times S_{aO_2}) : 100$
45	$q_{aO_2} = (\dot{Q} \times F_{aO_2}) : 100$
46	$q_{\bar{V}O_2} = q_{aO_2} - q_{iO_2}$
47	$F_{\bar{V}O_2} = (q_{\bar{V}O_2} : \dot{Q}) \times 100$
48	$S_{\bar{V}O_2} = (F_{\bar{V}O_2} \times C_{\max O_2}) \times 100$
49	$P_{iO_2} = [(P_b - P_{H_2O}) : 100] \times F_{iO_2}$
50	$P_{AO_2} = [(P_b - 47) : 100] \times F_{AO_2}$
51	$q_{AO_2} = (\dot{V}_{AO_2} \times \Phi \times F_{iO_2}) : 100$
Показники економічності КР	
52	$BE = \dot{V}_{i(ATPS)} \times q_{iO_2}$
53	$q_{iO_2} / f$
54	$GE = \dot{Q} : q_{iO_2}$
55	$O_2 \text{ пульс} = q_{iO_2} : HR$
56	$\dot{V}_{AO_2} / \dot{V}_E$
Показники ефективності КР	
58	$q_{iO_2} / q_{iO_2}$
59	$q_{AO_2} / q_{iO_2}$
60	$q_{aO_2} / q_{iO_2}$
61	$q_{\bar{V}O_2} / q_{iO_2}$
Показники інтенсивності КР	
62	$q_{iO_2} / W$
63	$q_{AO_2} / W$
64	$q_{aO_2} / W$
65	$q_{\bar{V}O_2} / W$
66	$F_{CO_2} = (C_{\max O_2} \times S_{CO_2}) : 100$
67	$\dot{V}_{AO_2} / \dot{Q}_C = (F_{CO_2} - F_{\bar{V}O_2}) : (F_{iO_2} - F_{AO_2})$

Програмува



Рис. 1. Цифровий код вводу вихідних даних в ЕОМ «Мінськ-22».

Таблиця 3

Результати виведення вихідних даних на друкуючий пристрій

1	+2400000+02
2	+6300000+02
3	+8900000+00
4	+7500000+03
5	+1899999+02
6	+2090000+02
7	+1710000+02
8	+1480000+02
9	+5000000+01
10	+3700000+01
11	+5500000+01
12	+1069999+02
13	+5109999+04
14	+5399999+02
15	+1039999+03
16	+6999999+02
17	+2010000+02
18	+9600000+02
19	+9780000+02

Рис. 2. Обслідуваний К-ц розрахунку параметрів Вихідні дані.



Рис. 1. Цифровий код вводу вихідних даних в ЕОМ «Мінськ-22».

Таблиця 3

Результати виведення вихідних даних на друкуючий пристрій

1	+2400000+02
2	+6300000+02
3	+8900000+00
4	+7500000+03
5	+1899999+02
6	+2090000+02
7	+1710000+02
8	+1480000+02
9	+5000000+01
10	+3700000+01
11	+5500000+01
12	+1069999+02
13	+5109999+04
14	+5399999+02
15	+1039999+03
16	+6999999+02
17	+2010000+02
18	+9600000+02
19	+9780000+02

Таблиця 3, а

Результат розрахунку на ЕОМ

27	+1001897+01
28	+4775700+03
29	+5119696+04
30	+1800674+03
31	+3183278+04
32	+1562956+03
33	+3437636+04
34	+9523147+03
35	+7776908+03
36	+1746238+03
37	+2771806+01
38	+1659983+03
39	+9506053+00
40	+1682723+03
41	+3866500+02
42	+6160000+02
43	+3326400+04
44	+1929600+02
45	+6418621+03
46	+4672383+03
47	+1404636+02
48	+6988241+02
49	+1527790+03
50	+1040440+03
51	+5921216+03
52	+2931842+02
53	+1631998+02
54	+1904894+02
55	+3233774+01
56	+6217709+02
57	+6714531+02
58	+5453520+01
59	+3390840+01
60	+3675684+01
61	+2675684+01
62	+1511610+02
63	+9398756+01
64	+1018828+02
65	+7410481+01
66	+1965780+02
67	+9199072+00

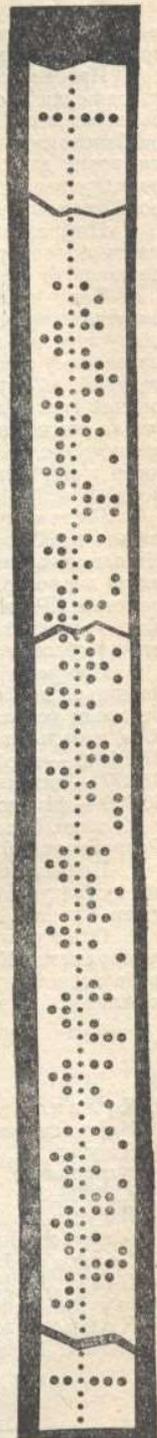


Рис. 2. Обслідуваний К-цов А., 24 роки. Спокій, лежачи. Приклад розрахунку параметрів кисневого режиму організму на ЕОМ. Вихідні дані, заперфоровані в одній «зоні».

Для вводу в ЕОМ програму переводять на перфострічку і в такому вигляді розмножують і використовують багаторазово\*. Оскільки ЕОМ «Мінськ-22» серійна, то програма може бути використана на всіх машинах такого типу.

Процес розрахунку на ЕОМ після складання, кодування (на перфострічку) і налагодження програми на конкретно обчисленому прикладі передбачає ряд операцій. Насамперед вихідні цифрові експериментальні дані готують для кодування у порядку, передбаченому для вводу в машину (табл. 1). Наступний етап — це кодування вихідних цифрових даних. Для цього на перфораторі, у прийнятих для даного типу ЕОМ коду і порядку перфорується вихідні дані у вказаній послідовності. На рис. 1 наведений цифровий код для вводу вихідних даних в ЕОМ «Мінськ-22».

Цифровий вираз кожного з 19 вихідних показників наноситься на перфострічку в такому порядку: 1) знак числа (+ десятковий), 2) ціле число, 3) кома, 4) дробна частина числа, 5) «запис».

Так у нашому прикладі (рис. 2, а) на перфострічку нанесені вихідні дані для обчислення показників зовнішнього дихання, кровообігу, газообміну і параметрів КР організму здорової людини середнього віку у стані спокою, лежачи. Дані нанесені в порядку, наведеному в табл. 1, зокрема: 1) 24 — вік у роках; 2) 63 — вага у кг; 3) 0,89 — фактор редукції об'єму видихуваного повітря з умов АТРС до умов STPD; 4) 750 — барометричний тиск в мм рт. ст.; 5) 19 — тиск водяних парів в мм рт. ст. тощо. Цифровий матеріал кожної з груп вихідних показників відділяється «границями» і становить окрему «зону» (рис. 2, А). На одній перфострічці так кодується велика кількість груп вихідних цифр у відділених «границями» «зонах», які віддалені одна від іншої на відстань близько 0,5 м.

Після кодування перфострічка з вихідними даними за спеціальною програмою вводиться в ЕОМ для виводу їх на друкарський пристрій у цифровому виразі (табл. 3). Це дає можливість перевірити правильність перфорування і внести необхідні виправлення на перфострічку. Цей етап особливо важливий в тих випадках, коли розрахунок параметрів КР на ЕОМ поєднується з їх статистичною обробкою. У цьому випадку помилка в кодуванні однієї з цифр веде до невірних результатів і вносить помилки в статистичну обробку результатів обчислення обслідуваних осіб усієї групи.

Програма і вихідні дані після внесення необхідних виправлень на перфострічку вводяться на фотовід ЕОМ. Машину переводять на автоматичний режим роботи з виведенням результатів обчислення на друкарський пристрій (табл. 3, а). Як видно з рис. 2, а, результати, обчислення друкуються в порядку, наведеному в табл. 2, зокрема: 27/1,0018 — коефіцієнт переведення об'єму видихуваного повітря до об'єму вдихуваного; 28/477 — дихальний об'єм в мл; 29/5119 — хвилинний об'єм вдихуваного повітря в мл/хв; 30/180 — фізіологічний мертвий дихальний простір, обчислений за  $O_2$  (формула Бора) в мл тощо. Після закінчення розрахунку на одній «зоні» дальша вводиться автоматично. Розрахунок 100 груп вихідних цифр потребує 15—20 хв машинного часу.

Найважчий великий експериментальний матеріал оброблений нами на ЕОМ. Весь процес розрахунку понад 600 груп вихідних цифр (результатів експериментальних досліджень) тривав лише близько двох годин машинного часу.

Отже розглядуваний метод дозволяє за короткий час з високою точністю обчислити параметри КР організму, показники його аналізу та цілий ряд розрахункових показників зовнішнього дихання, гемодинаміки, кисеньтранспортної функції крові, розширює можливості для математичного аналізу і теоретичних розробок в даній галузі фізіології.

### Література

- Куликов М. А. — В сб.: Кислородный режим организма и его регулирование. Матер. симпозиума, К., 1966, 28.
- Лауэр Н. В., Колчинская А. З. — Кислородный режим организма и его регулирование. Тезисы симпозиума, Киев — Канев, 1965, 166. Материалы симпозиума, К., 1966, 3.
- Лауэр Н. В., Колчинская А. З., Куликов М. А. — В сб.: Кислородный режим организма и его регулирование. Материалы симпозиума, К., 1966, 16.
- Comroe J., Souphan A., Ferguson J., Filley G., Fowler W., Gray J., Helmholtz H., Otis A., Parrenheimer J., Rahn H., Riley R. — Federation Proc., 1950, 9, 602.
- Комро Дж., Форстер Р. Э., Дюбуа А. Б., Бриско У. А., Карлсен Э. — Легкие. Клиническая физиология и функциональные пробы, М., 1961, 84.

Надійшла до редакції  
7.IX 1967 р.

\* У зв'язку з великим об'ємом програми нема можливості навести її в цій статті.

### До інфрачервоно

Ю. Л. Петров, В

Інститут фізіол

В літературі є дані про тців відображає стан їх внутріш М. І. Путілін ще в 1947 р випромінювання для інтеграль гичних об'єктах. Путілін та с голови, м'язів тощо у лаборат сували методику вивчення інф у дітей при пневмоніях, дист хворюваннях.

Багато дослідників вияв фрачервоної радіації шкіри на линами у людини [8, 9]. Відзна рив внутрішніх органів і гостр в них супроводжуються підвищ червоного випромінювання ш ураження. Гершон-Кохен і Хаг посилення інфрачервоної радіа суглобів у хворих на гострий та ін. [13], застосувавши терм та обмороженнях, показали, і інфрачервона термографія є і методом для судження про тканин, виникнення гангрені т нес [8] наводить клінічні спост при гострому апендициті; за д мінювання допомагає постанов вання (локалізований біль, лез про зниження температури шкі

Ключі та ін. [12] показали, жити об'єктивним показником п Гершон-Кохен і Хаберман грудей у жінок в останні міся становить 2—3° С. Ряд авторів і значення місяя прикріплення вияв менш точним, ніж застос

В зв'язку з викладеним, а никла думка про доцільність д стики гострих захворювань орг ність вісцери-кутанних зв'язків функціонального стану деяких в

Перед нами стояло завда воного випромінювання в акти но-клінічних цілей.

Для вивчення інфрачервоно ставши виготовлені Інститутом регулюючий прилад постійного метр складається з двох з'єдна на підставку, закріплену у верт циліндром. У цій конструкції з ного зниження конвекційних з швидкість вимірювань, а також рів у датчику.

Це дозволило більш точно окремих точках та обмежених д

Вимірювання здійснювали матичних умовах. На протязі в з коливаннями близько 1° С. Об Болometri завжди знаходились (5—6 мм), розміщуючись перпен ний спеціальний пристрій, який промінювання здійснювали зав