



УКРАЇНА

(19) UA (11) 55134 (13) U
(51) МПК (2009)
G04G 3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ОПТОЕЛЕКТРОННИЙ БІОПРОЦЕСОРНИЙ ГОДИННИК

1

(21) u201005371

(22) 05.05.2010

(24) 10.12.2010

(46) 10.12.2010, Бюл.№ 23, 2010 р.

(72) КОЖЕМ'ЯКО ВОЛОДИМИР ПРОКОПОВИЧ, ОСІНСЬКИЙ ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, МАЛІНОВСЬКИЙ ВАДИМ ІГОРЕВИЧ, ПРУДИУС ПИЛИП ГРИГОРОВИЧ, ШТЕЛЬМАХ СЕРГІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Оптоелектронний біопроекторний годинник, який містить генератор імпульсів, чотири ключі, формувач імпульсу корекції, п'ять однобраторів, два диференціюючі ланцюги, ключ керування, чотири рахункових тригери, схему АБО, три оптоелектронні схеми АБО-НІ, п'ять послідовних ланцюгів зі світлодіода та резистора, перетворювач температури в амплітуду напруги, амплітудно-часовий перетворювач, два інвертори, два елементи І, п'ятий рахунковий тригер, шостий однобратор, оптоелектронний перетворювач і шкала індикації температури, що складається із шістдесяти розрядів, кожний з яких містить фототристор, анод якого підключений до катодів індикаційних світлодіодів мінусової та плюсової температури та через резистор - до входу живлення, індикатор у вигляді оптоелектронних шкал секунд, хвилин та годин, кожен розряд якого включає світлодіод для індикації часу, аноди яких в оптоелектронній шкалі секунд об'єднані, вхід живлення ключа керування підключений до входу живлення генератора імпульсів, через перший ключ, перший диференціюючий ланцюг та перший однобратор - до першого входу схеми АБО, через другий ключ - до входу напруги живлення і через другий диференціюючий ланцюг, другий однобратор - до другого входу схеми АБО, вихід якого підключений до входу установки першого рахункового тригера, рахунковий вхід якого підключений через третій і четвертий ключі, відповідно до входів третього і четвертого однобраторів і до виходу генератора імпульсів, вхід установки першого рахункового тригера підключений до управляючого входу ключа керування та до входу обнулення генератора імпульсу, а виходи першого, другого і третього рахункових тригерів підключені до керуючих шин оптоелектронних шкал, відповідно секунд, хвилин і

2

годин, другий вхід першого однобратора через формувач імпульсу корекції підключений до входу радіомережі, оптоелектронні шкали секунд, хвилин, годин містять в кожному розряді фототристор та світлодіод, перший вхід першої оптоелектронної схеми АБО-НІ оптично зв'язаний зі світлодіодами п'ятого послідовного ланцюга, а решта п'ять входів оптоелектронної схеми АБО-НІ оптично зв'язані відповідно зі світлодіодами одинадцятого, двадцять третього, тридцять п'ятого, сорок сьомого та п'ятдесят дев'ятого розрядів шкали хвилин, а вихід першої оптоелектронної схеми АБО-НІ підключений до рахункового входу третього рахункового тригера, вхід установки якого підключений до управляючого входу ключа керування, до входу встановлення другого рахункового тригера і до входу п'ятого однобратора, вихід якого підключений до катода пускового світлодіода та до катодів світлодіодів другого та третього послідовних ланцюгів, перші виводи резисторів яких відповідно підключені до прямого та інверсного виходам четвертого рахункового тригера, вхід встановлення якого підключений до другого входу схеми АБО, а рахунковий вхід - до виходу другої оптоелектронної схеми АБО-НІ, перший та другий оптичні входи якої, відповідно оптично зв'язані зі світлодіодами п'ятнадцятого та сорок п'ятого розрядів шкали годин, рахунковий вхід другого рахункового тригера підключений до виходу третьої оптоелектронної схеми АБО-НІ, перший оптичний вхід якої оптично зв'язаний зі світлодіодом четвертого послідовного ланцюга, катод якого підключений до виходу третього однобратора, другий оптичний вхід оптично зв'язаний зі світлодіодом останнього розряду шкали секунд, перші виводи резисторів першого, четвертого та п'ятого послідовних ланцюгів підключені до виходу ключа керування, причому пусковий світлодіод оптично зв'язаний з фототристором нульового розряду шкали секунд, об'єднані катоди фототристорів підключені до виходу першого інвертора, вхід якого підключений до виходу шостого однобратора, вхід якого підключений до входу керування амплітудно-часового перетворювача і до прямого виходу п'ятого рахункового тригера, інверсний вихід якого підключений до перших входів елементів І, другий вхід першого елемента І підключений до виходу другого інвертора, вхід якого підключений до дру-

UA (19) 55134 (13) U

гого входу другого елемента I та до першого виходу перетворювача температури в амплітуду напруги, вихід амплітудно-часового перетворювача через перший резистор підключений до анодів світлодіодів шкали індикації температури, вхід амплітудно-часового перетворювача підключений до другого виходу перетворювача температури в амплітуду напруги, вихід першого елемента I через другий резистор підключений до анодів індикаційних світлодіодів мінусової температури, вихід другого елемента I через третій резистор підключений до анодів індикаційних світлодіодів плюсової температури, світлодіод кожного розряду шкали індикації температури оптично зв'язаний з фототиристором власного розряду, вхід установки п'ятого рахункового тригера підключений до виходу другого одновібратора, а рахунковий вхід - до виходу оптоелектронного перетворювача, оптичний вхід якого оптично зв'язаний із світлодіодом нульового розряду шкали секунд, катоди фототиристорів парних розрядів шкали секунд підключені до прямого виходу першого рахункового тригера, інверсний вихід якого підключений до катодів фототиристорів непарних розрядів шкали секунд, у кожному розряді якої анод фототиристора підключений до катодів світлодіода і індикаційного світлодіода, аноди яких відповідно через четвертий і п'ятий резистори підключені до виходу ключа керування, катоди фототиристорів парних розрядів шкали хвилин підключені до прямого виходу другого рахункового тригера, інверсний вихід якого підключений до катодів фототиристорів непарних розрядів шкали хвилин, у кожному розряді якої анод фототиристора підключений до катодів світлодіода, індикаційного світлодіода та розв'язуючого діода, аноди світлодіода та індикаційного світлодіода підключені відповідно через шостий і сьомий резистори до виходу ключа керування, катоди фототиристорів парних розрядів шкали годин підключені до прямого виходу третього рахункового тригера, інверсний вихід якого підключений до катодів фототиристорів непарних розрядів шкали годин, у кожному розряді якої анод фототиристора підключений до катода світлодіода та до катода розв'язуючого діода, анод якого підключений до катода індикаційного світлодіода та до анода розв'язуючого діода, відповідного розряду шкали хвилин, аноди світлодіода та індикаційного світлодіода шкали годин підключені відповідно через восьмий і дев'ятий резистори до виходу ключа керування, катоди світлодіодів кожного розряду шкали індикації температури підключені до анодів фототиристорів відповідних розрядів шкали секунд, додаткові фототиристори в кожному нульовому розряді оптоелектронних шкал секунд, хвилин, годин анодом і катодом відповідно підключені до анода і катода фототиристора власного розряду, світлодіод кожного розряду шкал секунд, хвилин і годин оптично зв'язаний з фототиристором наступного розряду, світлодіод останнього розряду оптично зв'язаний з додатковим фототиристором нульового розряду, фототиристори нульових розрядів шкал секунд, хвилин і годин оптично зв'язані відповідно з запускаючим світлодіодом та із світлодіодом перших і других

послідовних ланцюгів, світлодіод третього послідовного ланцюга оптично зв'язаний з фототиристором тридцятого розряду шкали годин, який **відрізняється** тим, що введено п'ятий, шостий та сьомий рахункові тригери, п'ятий, шостий та сьомий паралельно зв'язані ключі, другий ключ керування, шостий, сьомий та восьмий одновібратори, формувач-дільник на чотири імпульсу, другий, третій і четвертий елемент I-НІ, шостий послідовний ланцюг, який складається із світлодіода та резистора, додатково включеного в кожний розряд шкали індикації температури, причому вхід живлення другого ключа керування підключений до входу живлення генератора імпульсів безпосередньо, а через шостий ключ, першого диференціуючого ланцюга і шостий одновібратор - до першого входу схеми АБО, через сьомий ключ - до входу напруги живлення і через другий диференціуючий ланцюг, восьмий одновібратор - до другого входу схеми АБО і до управляючого входу ключа керування, з'єднані катоди фототиристорів непарних розрядів підключені до виходу третього елемента АБО-НІ, другий вхід якого з'єднаний з другим входом четвертого елемента АБО-НІ і через третій ключ з'єднаний з виходом шостого і сьомого одновібраторів, вихід четвертого елемента АБО-НІ з'єднаний з катодами парних фототиристорів, перший вхід четвертого елемента АБО-НІ з'єднаний з виходом другого елемента АБО-НІ, другий вхід якого з'єднаний з другим входом першого елемента АБО-НІ і через шостий ключ підключений до виходів шостого і сьомого одновібраторів, перші входи першого і другого елементів АБО-НІ з'єднані з прямим і інверсним виходами сьомого рахункового тригера, рахунковий вхід якого з'єднаний з виходом формувача-дільника на чотири імпульсу, управляючий вхід якого з'єднаний з входом шостого одновібратора і з прямим виходом шостого рахункового тригера і входом другого ключа керування, який через резистор з'єднаний з анодами світлодіодів, катоди яких зв'язані з анодами фототиристорів, що входять в шкалу індикації температури, анод світлодіода шостого диференціуючого ланцюга через резистор з'єднаний з входом живлення, а катод - з виходом восьмого одновібратора і входом установки сьомого рахункового тригера, вхід восьмого одновібратора з'єднаний з інверсним виходом шостого рахункового тригера, рахункові входи п'ятого і шостого рахункових тригерів через сьомий ключ з'єднані з виходом оптоелектронного перетворювача, їх установчі входи з'єднані між собою та з виходом другого одновібратора, прямий вихід п'ятого рахункового тригера з'єднаний з входом сьомого одновібратора і з входом управління амплітудно-часового перетворювача, оптичний вхід оптоелектронного перетворювача оптично зв'язаний із світлодіодом нульового розряду шкали секунд, аноди світлодіода і індикаційного світлодіода шкали годин підключені відповідно через восьмий і дев'ятий резистори до виходу другого ключа керування, світлодіод шостої послідовної комірки оптично зв'язаний із фототиристором першої комірки шкали індикації температури, світлодіод кожної комірки цієї шкали оптично зв'язаний з фототиристором наступної комірки,

вихід ключа керування підключений до прямого виходу шостого рахункового тригера, входу шостого одновібратора і керованого входу формувача-дільника на чотири імпульсу, вихід якого сполучений з рахунковим входом сьомого рахункового тригера, прямий вхід якого з'єднаний з першим входом першого елемента АБО-НІ, інверсний вихід сьомого рахункового тригера зв'язаний з першим входом другого елемента І-НІ, другий вхід якого з'єднаний з другим входом першого елемента І-НІ і через другий ключ - з інверсним виходом сьомого одновібратора, виходом шостого одновібратора, а через другий і третій ключі з прямим виходом сьомого рахункового тригера і з другими входами третього і четвертого елементів І-НІ, перші входи яких з'єднані відповідно з виходами першого і другого елементів І-НІ, вихід третього елемента І-НІ підключений до катодів фототиристорів непарних комірок шкали індикації температури, катоди фототиристорів парних комірок з'єднані з виходом четвертого елемента І-НІ, вхід установки сьомого рахункового тригера з'єднаний з катодом світлодіода шостого послідовного ланцюга, анод якого через резистор цього ж ланцюга підключений до входу живлення, причому світлодіод оптично зв'язаний з фототиристором першої комірки шкали індикації температури, анод якого з'єднаний з катодом світлодіода цієї ж комірки, анод якого через резистор з'єднаний з виходом другого ключа керування, причому світлодіод оптично зв'язаний з фототиристором наступної комірки, інверсний вихід шостого рахункового тригера з'єднаний з п'ятим одновібратором, вихід якого з'єднаний з входом установки сьомого рахункового тригера, вхід установки шостого рахункового тригера з'єднаний з входом установки п'ятого рахункового тригера, рахунковий вхід шостого рахункового тригера через ключ з'єднаний з рахунковим входом п'ятого рахункового тригера і виходом оптоелектронного перетворювача, в пристрій також введено систему аналізу біологічних показників: глюкози, кисню та холестерину, яка складається з блока аналізу біологічних показників на основі кристалу мікро-ЕОМ Atmega AT90S64P, оптичного сенсора глюкози та кисню, до складу якого входять випромінювачі на основі першого та другого над'яскравих світлодіодів з середніми довжинами хвиль для першого $\lambda = 0,94$ мкм (940 нм), для другого $\lambda = 0,66$ мкм (660 нм), еталонний фотодіод та вимірювальний фотодіод, до складу системи аналізу біологічних показників включено ультразвуковий Доплер-сенсор вимірювання холестерину, до складу якого входить ультразвуковий випромінювач, еталонний ультразвуковий приймач та вимірювальний ультразвуковий приймач, також до складу системи

аналізу біологічних показників включено перемикач режиму вимірювання та три баластні резистори, причому випромінювачі на основі над'яскравих світлодіодів оптично пов'язані через біологічне середовище з еталонним фотодіодом (оптичний зв'язок через відбите випромінювання) та вимірювальним фотодіодом (оптичний зв'язок через випромінювання, яке пройшло) оптичного сенсора глюкози та кисню, ультразвуковий випромінювач зв'язаний акустичним каналом з еталонним ультразвуковим приймачем (акустичний зв'язок через відбиті ультразвукові хвилі) та вимірювальним ультразвуковим приймачем (акустичний зв'язок через ультразвукові хвилі, які пройшли біологічне середовище) ультразвукового Доплер-сенсора вимірювання холестерину, аноди випромінювачів на основі першого та другого над'яскравих світлодіодів підключені до першого та третього струмообмежуючих резисторів, катоди їх підключені до виводів колекторів першого та третього транзисторів, емітери яких підключені до нульової шини, а бази першого та третього транзисторів через резистори до порту А блока аналізу біологічних показників 100, перший вивід ультразвукового випромінювача підключений до другого струмообмежуючого резистора, другий вивід підключений до колектора другого транзистора, а база його через резистор до порту А блока аналізу біологічних показників, причому еталонний фотодіод, вимірювальний фотодіод, еталонний ультразвуковий приймач та вимірювальний ультразвуковий приймач підключені до порту А блока аналізу біологічних показників, до порту Б цього ж блока підключено перемикач режиму, який другим виводом підключений через перший баластний резистор до входу напруги живлення, інші виводи порту Б блока аналізу біологічних показників підключені до перших виводів другого та третього баластних резисторів, другий вивід другого баластного резистора підключений до шини живлення, а другий вивід третього баластного резистора - до сьомого ключа, вивід живлення блока аналізу біологічних показників підключений до шини живлення, а вивід заземлення до нульової шини, до першого і другого виводів порту С блока аналізу біологічних показників підключений кварцовий осцилятор та перші виводи фільтруючих конденсаторів, другі виводи яких підключені до нульової шини, другий вивід другого баластного резистора підключений до сьомого ключа, причому всі елементи і зв'язки між ними оптоелектронного біопроекторного годинника, окрім оптоелектронних шкал секунд, годин, хвилин та оптичного та ультразвукового сенсорів, виконані на сучасній нанотехнологічній елементній базі.

Корисна модель відноситься до інформаційно-вимірювальної техніки і може бути використана для створення електронного годинника з псевдос-трілочною оптичною індикацією, з підтримкою функції неінвазивного вимірювання показників крові людини: концентрацій: кисню, глюкози, холестерину та біологічних показників температури і частоти

пульсу людини.

Відомий оптоелектронний годинник [Авт. св. № 1465867, опубл. 1989, М. кл. G04G 3/00 від 15.03.1989], який містить генератор імпульсів стабільної частоти, ключ живлення, індикатор, виконаний у вигляді оптоелектронних шкал секунд, хвилин і годин, шкали секунд і годин складаються

з нульового розряду та п'ятдесяти дев'яти й одинадцяти однакових розрядів, які містять світлодіод, катод якого з'єднаний з колектором фототранзистора, оптично пов'язаного з світлодіодом, у нульових розрядах до анода світлодіода додатково підключений послідовний ланцюг з резистора та додаткового світлодіода, оптично пов'язаного з фототранзистором, а катод світлодіода є входом шкал, зв'язаних відповідно з виходами першого і другого одновібраторів, шкала хвилин містить нульовий розряд, що складається з послідовно з'єднаних резистора з анодом світлодіода, катод якого з'єднаний з шиною живлення, п'ятдесят вісім однакових розрядів складаються з світлодіода, катод якого з'єднаний з колекторами двох фототранзисторів, один з яких оптично пов'язаний із світлодіодом, а оптичний вхід іншого є входом розряду, п'ятдесят дев'ятий розряд додатково містить послідовно з'єднані резистор з колектором фототранзистора, оптично зв'язаного із світлодіодом цього розряду, інший вивід резистора з'єднаний з анодом світлодіода, а колектор додаткового фототранзистора, з'єднаний з першим входом третього одновібратора, аноди світлодіодів розрядів кожної шкали об'єднані між собою, а у шкалі хвилин - з іншим виводом резистора та з виходом першого електронного ключа шкали секунд, виходом другого електронного ключа шкали годин і виходом ключа живлення шкали хвилин, усі емітери нульового і парного розрядів шкал секунд і годин об'єднані між собою та виходами перших і другого рахункових тригерів, у шкалі хвилин емітери фототранзисторів оптично пов'язані тільки зі світлодіодом даного розряду, об'єднані між собою та виходом третього електронного ключа, емітери інших фототранзисторів парних розрядів об'єднані між собою і прямим виходом третього рахункового тригера, а непарних розрядів - з інверсним виходом, оптичний вхід фототранзистора кожного розряду всіх шкал пов'язаний зі світлодіодом попереднього розряду, світлодіоди останніх розрядів шкал секунд і годин оптично пов'язані з фототранзисторами перших розрядів, пристрій містить також послідовно з'єднані перший диференціальний ланцюг і четвертий одновібратор, ключ корекції, другий диференціальний ланцюг та п'ятий одновібратор, дві схеми АБО з інверсними входами, два ключі для початкової установки показів хвилин і годин, шостий одновібратор, формувач імпульсу корекції, вихід ключа живлення з'єднаний з входом першого диференціального ланцюга, першим входом перших і другого електронних ключів, входом ключа корекції і входом генератора, вихід четвертого одновібратора з'єднаний із другими входами всіх електронних ключів, з першими входами схем АБО та входами першого й другого одновібраторів.

Недоліком даного пристрою є те, що він нездатен виконувати функції вимірювання біологічних показників крові людини: температури, частоти пульсу, концентрації глюкози, кисню, холестерину. Крім того, даний пристрій не відповідає сучасним вимогам щодо компактності та портативності.

Найбільш близьким до запропонованого опто-

електронний годинник [Авт. св. № 1688228, опубл. 1991, Бюл. №40, М. кл. 5G04 G 3/00; Н03К23/78 від 14.04.1989], який містить генератор імпульсів, чотири ключа, формувач імпульсу корекції, п'ять одновібраторів, два диференціюючі ланцюги, ключ керування, чотири рахункових тригера, схему АБО, три оптоелектронні схеми АБО-НІ, п'ять послідовних ланцюгів зі світлодіода та резистора, перетворювач температури в амплітуду напруги, амплітудно-часовий перетворювач, два інвертори, два елементи І, п'ятий рахунковий тригер, шостий одновібратор, оптоелектронний перетворювач і шкала індикації температури, що складається із шістдесяти розрядів, кожний з яких містить фототиристор, анод якого підключений до катодів індикаційних світлодіодів мінусової та плюсової температури тай через резистор - до входу живлення, індикатор у вигляді оптоелектронних шкал секунд, хвилин та годин, кожен розряд якого включає світлодіод для індикації часу, аноди яких в оптоелектронній шкалі секунд об'єднані, вхід живлення ключа керування підключений до входу живлення генератора імпульсів, через перший ключ, перший диференціюючий ланцюг та перший одновібратор - до першого входу схеми АБО, через другий ключ - до входу напруги живлення і через другий диференціюючий ланцюг, другий одновібратор - до другого входу схеми АБО, вихід якого підключений до входу установки першого рахункового тригера, рахунковий вхід якого підключений через третій і четвертий ключі, відповідно до входів третього і четвертого одновібраторів і до входу генератора імпульсів, вхід установки першого рахункового тригера підключений до управляючого входу ключа керування та до входу обнулення генератора імпульсу, а виходи першого, другого і третього рахункових тригерів підключені до керуючих шин оптоелектронних шкал, відповідно секунд, хвилин і годин, другий вхід першого одновібратора через формувач імпульсу корекції підключений до входу радіомережі, оптоелектронні шкали секунд, хвилин, годин містять в кожному розряді фототиристор та світлодіод, перший вхід першої оптоелектронної схеми АБО-НІ оптично зв'язаний зі світлодіодами п'ятого послідовного ланцюга, а решта п'ять входів оптоелектронної схеми АБО-НІ оптично зв'язані відповідно зі світлодіодами одинадцятиого, двадцять третього, тридцять п'ятого, сорок сьомого та п'ятдесят дев'ятого розрядів шкали хвилин, а вихід першої оптоелектронної схеми АБО-НІ підключений до рахункового входу третього рахункового тригера, вхід установки якого підключений до управляючого входу ключа керування, до входу встановлення другого рахункового тригера і до входу п'ятого одновібратора, вихід якого підключений до катода пускового світлодіода та до катодів світлодіодів другого та третього послідовних ланцюгів, перші виводи резисторів яких відповідно підключені до прямого та інверсного виходу четвертого рахункового тригера, вхід встановлення якого підключений до другого входу схеми АБО, а рахунковий вхід - до виходу другої оптоелектронної схеми АБО-НІ, перший та другий оптичні входи якої, відповідно оптично зв'язані зі світлодіодами п'ятнадцятиого та сорок п'ятого роз-

рядів шкали годин, рахунковий вхід другого рахункового тригера підключений до виходу третьої оптоелектронної схеми АБО-НІ, перший оптичний вхід якої оптично зв'язаний зі світлодіодом четвертого послідовного ланцюга, катод якого підключений до виходу третього одновібратора, другий оптичний вхід оптично зв'язаний зі світлодіодом останнього розряду шкали секунд, перші виводи резисторів першого, четвертого та п'ятого послідовних ланцюгів підключені до виходу ключа керування, причому пусковий світлодіод оптично зв'язаний з фототиристором нульового розряду шкали секунд, об'єднані катода фототиристорів підключені до виходу першого інвертора, вхід якого підключений до виходу шостого одновібратора, вхід якого підключений до входу керування амплітудно-часового перетворювача і до прямого виходу п'ятого рахункового тригера, інверсний вихід якого підключений до перших входів елементів І, другий вхід першого елемента І підключений до виходу другого інвертора, вхід якого підключений до другого входу другого елемента І та до першого виходу перетворювача температури в амплітуду напруги, вихід амплітудно-часового перетворювача через перший резистор підключений до анодів світлодіодів шкали індикації температури, вхід амплітудно-часового перетворювача підключений до другого виходу перетворювача температури в амплітуду напруги, вихід першого елемента І через другий резистор підключений до анодів індикаційних світлодіодів мінусової температури вихід другого елемента І через третій резистор підключений до анодів індикаційних світлодіодів плюсової температури, світлодіод кожного розряду шкали індикації температури оптично зв'язаний з фототиристором власного розряду, вхід установки п'ятого рахункового тригера підключений до виходу другого одновібратора, а рахунковий вхід - до виходу оптоелектричного перетворювача, оптичний вхід якого оптично зв'язаний із світлодіодом нульового розряду шкали секунд, катода фототиристорів парних розрядів шкали секунд підключені до прямого виходу першого рахункового тригера, інверсний вихід якого підключений до катодів фототиристорів непарних розрядів шкали секунд, у кожному розряді якої анод фототиристора підключений до катодів світлодіода, індикаційного світлодіода та розв'язуючого діода, аноди світлодіода та індикаційного світлодіода підключені відповідно через шостий і сьомий резистори до виходу ключа керування, катода фототиристорів парних розрядів шкали годин підключені до прямого виходу третього рахункового тригера, інверсний вихід якого підключений до катодів фототиристорів непарних розрядів шкали годин, у кожному розряді якої анод фототиристора підключений до катода світлодіода

та до катода розв'язуючого діода, анод якого підключений до катода індикаційного світлодіода та до анода розв'язуючого діода, відповідного розряду шкали хвилин, аноди світлодіода та індикаційного світлодіода шкали годин підключені відповідно через восьмий і дев'ятий резистори до виходу ключа керування, катода світлодіодів кожного розряду шкали індикації температури підключені до анодів фототиристорів відповідних розрядів шкали секунд, додаткові фототиристори в кожному нульовому розряді оптоелектронних шкал секунд, хвилин, годин анодом і катодом відповідно підключені до анода і катода фототиристора власного розряду, світлодіод кожного розряду шкал секунд, хвилин і годин оптично зв'язаний з фототиристором наступного розряду, світлодіод останнього розряду оптично зв'язаний з додатковим фототиристором нульового розряду, фототиристори нульових розрядів шкал секунд, хвилин і годин оптично зв'язані відповідно з запускаючим світлодіодом та із світлодіодом перших і другий послідовних ланцюгів, світлодіод третього послідовного ланцюга оптично зв'язаний з фототиристором тридцятого розряду шкали годин.

Недоліком даного оптоелектронного годинника є вузькі функціональні можливості, оскільки в пристрої відсутні можливості додаткового неінвазивного вимірювання і відображення біологічних показників крові людини: концентрацій кисню, глюкози та холестерину, а також даний пристрій не відповідає умовам портативності та компактності, оскільки в ньому використовуються дискретні електронні та оптоелектронні компоненти схеми.

В основу корисної моделі поставлена задача створення біопроекторного оптоелектронного годинника з розширеною областю застосування за рахунок додаткового неінвазивного вимірювання та відображення біомедичних даних крові людини - концентрації кисню, глюкози та холестерину, а також частоти пульсу серцебиття і температури тіла у поєднанні з функціями відображення часу. Крім того, в розробленому пристрої досягаються можливості мінімізації лінійних розмірів електронної схеми, за рахунок інтеграції елементів на сучасній нанотехнологічній елементній базі (крок інтеграції 0,13мкм), що дозволяє забезпечити максимальну компактність, портативність та ергономічність.

Поставлена задача досягається тим, що в оптоелектронний годинник, який містить генератор імпульсів, чотири ключа, формувач імпульсу корекції, п'ять одновібраторів, два диференціючі ланцюги, ключ керування, чотири рахункових тригера, схему АБО, три оптоелектронні схеми АБО-НІ, п'ять послідовних ланцюгів зі світлодіода та резистора, перетворювач температури в амплітуду напруги, амплітудно-часовий перетворювач, два інвертори, два елементи І, п'ятий рахунковий тригер, шостий одновібратор, оптоелектронний перетворювач і шкала індикації температури, що складається із шістдесяти розрядів, кожний з яких містить фототиристор, анод якого підключений до катодів індикаційних світлодіодів мінусової та плюсової температури та через резистор - до входу живлення, індикатор у вигляді оптоелектронних

шкал секунд, хвилин та годин, кожен розряд якого включає світлодіод для індикації часу, аноди яких в оптоелектронній шкалі секунд об'єднані, вхід живлення ключа керування підключений до входу живлення генератора імпульсів, через перший ключ, перший диференціюючий ланцюг та перший одновібратор - до першого входу схеми АБО, через другий ключ - до входу напруги живлення і через другий диференціюючий ланцюг, другий одновібратор - до другого входу схеми АБО, вихід якого підключений до входу установки першого рахункового тригера, рахунковий вхід якого підключений через третій і четвертий ключі, відповідно до входів третього і четвертого одновібраторів і до виходу генератора імпульсів, вхід установки першого рахункового тригера підключений до управляючого входу ключа керування та до входу обнулення генератора імпульсу, а виходи першого, другого і третього рахункових тригерів підключені до керуючих шин оптоелектронних шкал, відповідно секунд, хвилин і годин, другий вхід першого одновібратора через формувач імпульсу корекції підключений до входу радіомережі, оптоелектронні шкали секунд, хвилин, годин містять в кожному розряді фототиристор та світлодіод, перший вхід першої оптоелектронної схеми АБО-НІ оптично зв'язаний зі світлодіодами п'ятого послідовного ланцюга, а решта п'ять входів оптоелектронної схеми АБО-НІ оптично зв'язані відповідно зі світлодіодами одинадцятого, двадцять третього, тридцять п'ятого, сорок сьомого та п'ятдесят дев'ятого розрядів шкали хвилин, а вихід першої оптоелектронної схеми АБО-НІ підключений до рахункового входу третього рахункового тригера, вхід установки якого підключений до управляючого входу ключа керування, до входу встановлення другого рахункового тригера і до входу п'ятого одновібратора, вихід якого підключений до катода пускового світлодіода та до катодів світлодіодів другого та третього послідовних ланцюгів, перші виводи резисторів яких відповідно підключені до прямого та інверсного виходам четвертого рахункового тригера, вхід встановлення якого підключений до другого входу схеми АБО, а рахунковий вхід - до виходу другої оптоелектронної схеми АБО-НІ, перший та другий оптичні входи якої, відповідно оптично зв'язані зі світлодіодами п'ятнадцятого та сорок п'ятого розрядів шкали годин, рахунковий вхід другого рахункового тригера підключений до виходу третьої оптоелектронної схеми АБО-НІ, перший оптичний вхід якої оптично зв'язаний зі світлодіодом четвертого послідовного ланцюга, катод якого підключений до виходу третього одновібратора, другий оптичний вхід оптично зв'язаний зі світлодіодом останнього розряду шкали секунд, перші виводи резисторів першого, четвертого та п'ятого послідовних ланцюгів підключені до виходу ключа керування, причому пусковий світлодіод оптично зв'язаний з фототиристором нульового розряду шкали секунд, об'єднані катоди фототиристорів підключені до виходу першого інвертора, вхід якого підключений до виходу шостого одновібратора, вхід якого підключений до входу керування амплітудно-часового перетворювача і до прямого виходу п'ятого рахункового три-

гера, інверсний вихід якого підключений до перших входів елементів І, другий вхід першого елемента І підключений до виходу другого інвертора, вхід якого підключений до другого входу другого елемента І та до першого виходу перетворювача температури в амплітуду напруги, вихід амплітудно-часового перетворювача через перший резистор підключений до анодів світлодіодів шкали індикації температури, вхід амплітудно-часового перетворювача підключений до другого виходу перетворювача температури в амплітуду напруги, вихід першого елемента І через другий резистор підключений до анодів індикаційних світлодіодів мінусової температури вихід другого елемента І через третій резистор підключений до анодів індикаційних світлодіодів плюсової температури, світлодіод кожного розряду шкали індикації температури оптично зв'язаний з фототиристором власного розряду, вхід установки п'ятого рахункового тригера підключений до виходу другого одновібратора, а рахунковий вхід - до виходу оптоелектронного перетворювача, оптичний вхід якого оптично зв'язаний із світлодіодом нульового розряду шкали секунд, катоди фототиристорів парних розрядів шкали секунд підключені до прямого виходу першого рахункового тригера, інверсний вихід якого підключений до катодів фототиристорів непарних розрядів шкали секунд, у кожному розряді якої анод фототиристора підключений до катодів світлодіода і індикаційного світлодіода, аноди яких відповідно через четвертий і п'ятий резистори підключені до виходу ключа керування, катоди фототиристорів парний розрядів шкали хвилин підключені до прямого виходу другого рахункового тригера, інверсний вихід якого підключений до катодів фототиристорів непарних розрядів шкали хвилин, у кожному розряді якої анод фототиристора підключений до катодів світлодіода, індикаційного світлодіода та розв'язуючого діода, аноди світлодіода та індикаційного світлодіода підключені відповідно через шостий і сьомий резистори до виходу ключа керування, катоди фототиристорів парних розрядів шкали годин підключені до прямого виходу третього рахункового тригера, інверсний вихід якого підключений до катодів фототиристорів непарних розрядів шкали годин, у кожному розряді якої анод фототиристора підключений до катода світлодіода та до катода розв'язуючого діода, анод якого підключений до катода індикаційного світлодіода та до анода розв'язуючого діода, відповідного розряду шкали хвилин, аноди світлодіода та індикаційного світлодіода шкали годин підключені відповідно через восьмий і дев'ятий резистори до виходу ключа керування, катоди світлодіодів кожного розряду шкали індикації температури підключені до анодів фототиристорів відповідних розрядів шкали секунд, додаткові фототиристори в кожному нульовому розряді оптоелектронних шкал секунд, хвилин, годин анодом і катодом відповідно підключені до анода і катода фототиристора власного розряду, світлодіод кожного розряду шкал секунд, хвилин і годин оптично зв'язаний з фототиристором наступного розряду, світлодіод останнього розряду оптично зв'язаний з додатковим фототиристором нульово-

го розряду, фототиристри нульових розрядів шкали секунд, хвилин і годин оптично зв'язані відповідно з запускаючим світлодіодом та із світлодіодом перших і другий послідовних ланцюгів, світлодіод третього послідовного ланцюга оптично зв'язаний з фототиристором тридцятого розряду шкали годин, введено п'ятий, шостий та сьомий рахункові тригери, п'ятий, шостий та сьомий паралельно зв'язані ключа, другий ключ керування, шостий, сьомий та восьмий одновібратори, формувач-дільник на чотири імпульса, другий, третій і четвертий елемент I-II, шостий послідовний ланцюг, який складається із світлодіода та резистора, додатково включеного в кожний розряд шкали індикації температури, причому вхід живлення другого ключа керування підключений до входу живлення генератора імпульсів безпосередньо, а через шостий ключ, першого диференціюючого ланцюга і шостий одновібратор - до першого входу схеми АБО, через сьомий ключ - до входу напруги живлення і через другий диференціюючий ланцюг, восьмий одновібратор - до другого входу схеми АБО і до управляючого входу ключа керування, з'єднані катоди фототиристорів непарних розрядів підключені до виходу третього елемента АБО-II, другий вхід якого з'єднаний з другим входом четвертого елемента АБО-II і через третій ключ з'єднаний з виходом шостого і сьомого одновібраторів, вихід четвертого елемента АБО-II з'єднаний з катодами парних фототиристорів, перший вхід четвертого елемента АБО-II з'єднаний з виходом другого елемента АБО-II, другий вхід якого з'єднаний з другим входом першого елемента АБО-II і через шостий ключ підключений до виходів шостого і сьомого одновібраторів, перші входи першого і другого елементів АБО-II з'єднані з прямим і інверсним виходами сьомого рахункового тригера, рахунковий вхід якого з'єднаний з виходом формувача-дільника на чотири імпульси, управляючий вхід якого з'єднаний з входом шостого одновібратора і з прямим виходом шостого рахункового тригера і входом другого ключа керування, який через резистор з'єднаний з анодами світлодіодів, катоди яких зв'язані з анодами фототиристорів, що входять в шкалу індикації температури, анод світлодіода шостого диференційованого ланцюга через резистор з'єднаний з входом живлення, а катод - з виходом восьмого одновібратора і входом установки сьомого рахункового тригера, вхід восьмого одновібратора з'єднаний з інверсним виходом шостого рахункового тригера, рахункові входи п'ятого і шостого рахункових тригерів через сьомий ключ з'єднані з виходом оптоелектронного перетворювача, їх установчі входи з'єднані між собою та з виходом другого одновібратора, прямий вихід п'ятого рахункового тригера з'єднаний з входом сьомого одновібратора і з входом управління амплітудно-часового перетворювача, оптичний вхід оптоелектронного перетворювача оптично зв'язаний із світлодіодом нульового розряду шкали секунд, аноди світлодіода і індикаційного світлодіода шкали годин підключені відповідно через восьмий і дев'ятий резистори до виходу другого ключа керування, світлодіод шостої послідовної комірки оптично зв'язаний із фототиристором першої комірки

шкали індикації температури, світлодіод кожної комірки цієї шкали оптично зв'язаний з фототиристором наступної комірки, вихід ключа керування підключений до прямого виходу шостого рахункового тригера, входу шостого одновібратора і керуваному входу формувача - дільника на чотири імпульси, вихід якого сполучений з рахунковим входом сьомого рахункового тригера, прямий вхід якого з'єднаний з першим входом першого елемента АБО-II, інверсний вихід сьомого рахункового тригера зв'язаний з першим входом другого елемента I-II, другий вхід якого з'єднаний з другим входом першого елемента I-II і через другий ключ - з інверсним виходом сьомого одновібратора, виходом шостого одновібратора, а через другий і третій ключі з прямим виходом сьомого рахункового тригера і з другими входами третього і четвертого елементів I-II - перші входи яких з'єднані відповідно з виходами першого і другого елементів I-II, вихід третього елемента I-II підключений до катодів фототиристорів непарних комірок шкали індикації температури, катоди фототиристорів парних комірок з'єднані з виходом четвертого елемента I-II, вхід установки сьомого рахункового тригера з'єднаний з катодом світлодіода шостого послідовного ланцюга, анод якого через резистор цього ж ланцюга підключений до входу живлення, причому світлодіод оптично зв'язаний з фототиристором першої комірки шкали індикації температури, анод якого з'єднаний з катодом світлодіода цієї ж комірки, анод якого через резистор з'єднаний з виходом другого ключа керування, причому світлодіод оптично зв'язаний з фототиристором наступної комірки, інверсний вихід шостого рахункового тригера з'єднаний з п'ятим одновібратором, вихід якого з'єднаний з входом установки сьомого рахункового тригера, вхід установки шостого рахункового тригера з'єднаний з входом установки п'ятого рахункового тригера через ключ з'єднаний з рахунковим входом п'ятого рахункового тригера і виходом оптоелектронного перетворювача, в пристрій також введено систему аналізу біологічних показників: глюкози, кисню та холестерину, яка складається з блоку аналізу біологічних показників на основі кристалу мікро-ЕОМ Atmega AT90S64P, оптичного сенсору глюкози та кисню, до складу якого входить випромінювачі на основі першого та другого над'яскравих світлодіодів з середніми довжинами хвиль для першого $\lambda = 0.94\text{мкм}$ (940нм), для другого $\lambda = 0.66\text{мкм}$ (660нм), еталонний фотодіод та вимірювальний фотодіод, до складу системи аналізу біологічних показників включено ультразвуковий Допплер-сенсор вимірювання холестерину, до складу якого входить ультразвуковий випромінювач, еталонний ультразвуковий приймач та вимірювальний ультразвуковий приймач, також до складу системи аналізу біологічних показників включено перемикач режиму вимірювання та три баластні резистори, причому випромінювачі на основі над'яскравих світлодіодів оптично пов'язані через біологічне середовище з еталонним фотодіодом (оптичний зв'язок через відбите випромінювання) та вимірювальний фото-

діодом (оптичний зв'язок через випромінювання, яке пройшло) оптичного сенсору глюкози та кисню, ультразвуковий випромінювач зв'язаний акустичним каналом з еталонним ультразвуковим приймачем (акустичний зв'язок через відбиті ультразвукові хвилі) та вимірювальним ультразвуковим приймачем (акустичний зв'язок через ультразвукові хвилі, які пройшли біологічне середовище) ультразвукового Допплер-сенсору вимірювання холестерину, аноди випромінювачів на основі першого та другого над'яскравих світлодіодів підключені до першого та третього струмообмежуючих резисторів, катоди їх підключені до виводів колекторів першого та третього транзисторів, емітери яких підключені до нульової шини, а бази першого та третього транзисторів через резистори до порту А блоку аналізу біологічних показників 100, перший вивід ультразвукового випромінювача підключений до другого струмообмежуючого резистору, другий вивід підключений до колектору другого транзистора, а база його через резистор до порту А блоку аналізу біологічних показників, причому еталонний фотодіод, вимірювальний фотодіод, еталонний ультразвуковий приймач та вимірювальний ультразвуковий приймач підключені до порту А блоку аналізу біологічних показників, до порту Б цього ж блоку підключено перемикач режиму, який другим виводом підключений через перший баластний резистор до входу напруги живлення, інші виводи порту Б блоку аналізу біологічних показників підключені до перших виводів другого та третього баластних резисторів, другий вивід другого баластного резистора підключений до шини живлення, а другий вивід третього баластного резистора до сьомого ключа, вивід живлення блоку аналізу біологічних показників підключений до шини живлення, а вивід заземлення до нульової шини, до першого і другого виводів порту С блоку аналізу біологічних показників підключений кварцовий осцилятор та перші виводи фільтруючих конденсаторів, другі виводи яких підключені до нульової шини, другий вивід другого баластного резистора підключений до сьомого ключа, причому всі елементи і зв'язки між ними оптоелектронного біопроекторного годинника, окрім оптоелектронних шкал секунд, годин, хвилин та оптичного та ультразвукового сенсорів, виконані на сучасній нанотехнологічній елементній базі, наприклад, шляхом наплення методом молекулярно-променевої (МПЕ) епітаксії з кроком інтеграції до 0.13 $\mu\text{м}$ (мкм) на кристалі очищеного кремнію Si площею 140 мкм^2 і лінійними розмірами $A=14\text{мкм}$ $B=10\text{мкм}$, кристал мікро-ЕОМ Atmega AT90S64P розміщений на підкладці цього ж кристалу кремнію (Si).

На фіг.1 представлена схема електрична принципова пристрою.

На фіг.2 показано креслення псевдострілкової шкали відображення.

На фіг.3 представлено спосіб відображення інформації на шкалі.

На фіг.4, фіг.5 показані часові діаграми функціонування пристрою.

Оптоелектронний годинник містить генератор 1 імпульсів (призначений для вироблення імпульсів, запуску подальших елементів), сім ключів 2-8,

формував 9 імпульсу корекції (одноканальний чекаючи одновібратор, формує калібровані імпульси з доброю стабільністю діяльності), вісім одновібраторів 10-17 (одноканальні чекаючи одновібратори, які формують калібровані імпульси з доброю стабільністю діяльності), два диференційованих ланцюга 18, 19, два ключі керування 20, 21, сім рахункових тригерів 22-28 (призначені для підрахунку імпульсів), схему АБО 29, три оптоелектронні схеми АБО-НІ 30-32, шість послідовних ланцюгів 33-38, що складаються із світлодіода 33,1-38,1 та резистора 33,2-38,2, індикатор, виконаний у вигляді оптоелектронних шкал 39, 40, 41 секунд, хвилин та годин, кожний розряд яких включає світлодіод 42 для індикації часу, аноди яких в оптоелектронній шкалі 39 секунд об'єднані, вхід 43 живлення першого керованого ключа 20 підключений до входу живлення генератора 1 імпульсів безпосередньо, а через перший ключ 2, перший диференційований ланцюг 18 і перший одновібратор 10 - до першого входу схеми АБО 29, через другий ключ 3 - до входу 44 напруги живлення і через другий диференційований ланцюг 19, другий одновібратор 11 - до другого входу схеми АБО 29, вихід якого підключений до входу 45 установки першого рахункового тригера 22, рахунковий вхід 46 якого підключений через третій і четвертий ключі 4,5 відповідно до входів третього і четвертого одновібраторів 12, 13 і до виходу генератора 1 імпульсів, встановлюючи вхід 45 першого рахункового тригера 22 підключений до входу 47 обнуління генератора і до управляючого входу 48 першого керованого ключа 20, а виходи першого, другого і третього рахункових тригерів 22-24 підключені до управляючих шин оптоелектронних шкал 39-41 відповідно секунд, хвилин і годин, другий вхід першого одновібратора 10 через формувач 9 імпульсу корекції підключений до входу 49 радіомережі, причому оптоелектронні шкали 39-41 секунд, хвилин годин містять в кожному нульовому розряді додатковий фототиристор 50, фототиристор 51 і світлодіод 52, перший вхід першої оптоелектронної схеми АБО-НІ 30 оптично зв'язаний із світлодіодом п'ятого послідовного ланцюга 38, а інші п'ять входів оптоелектронної схеми АБО-НІ 30 оптично зв'язані відповідно із світлодіодами 52 одинадцятого, двадцять третього, тридцять п'ятого, сорок сьомого і п'ятдесят дев'ятого розрядів шкали хвилин 40, а вихід підключений до рахункового входу 53 третього рахункового тригера 24, вхід 54 установки якого підключений до управляючого входу 48 першого керованого ключа 20, і до входу 55 установки другого рахункового тригера 23 і до входу п'ятого одновібратора 14, вихід якого підключений до катода пускового світлодіода 56 і до катодів світлодіодів 34.1 і 35.1 другого і третього послідовних ланцюгів 34; 35, перші виводи резисторів 34,2; 35,2 яких відповідно підключені до прямого і інверсного вихода четвертого рахункового тригера 25, вхід 57 установки якого підключений до другого входу схеми АБО 29, а рахунковий вхід 58 - до виходу другої оптоелектронної схеми АБО-НІ 31, перший і другий оптичні входи відповідно оптично пов'язані із світлодіодами 52 п'ятнадцятого і сорок п'ятого розрядів шкали

41 годин, рахунковий вхід 59 другого рахункового тригера 23 підключений до виходу третьої оптоелектронної схеми АБО-НІ 32, перший оптичний вхід якої оптично зв'язаний із світлодіодом четвертого послідовного ланцюга 36, катод світлодіода 36.1 якої підключений до виходу третього однобібратора 12, другий оптичний вхід схеми АБО-НІ 32 оптично пов'язаний із світлодіодом 52 останнього розряду шкали 39 секунд, перші виводи резисторів 33.2, 36.2, 37.2 першого, четвертого і п'ятого послідовних ланцюгів 33; 36; 37 підключені до виходу першого керованого ключа 20, причому пусковий світлодіод 56 оптично зв'язаний із фототиристором 51.1 нульового розряду шкали 39 секунд, крім того, годинник містить перетворювач 60 температури в амплітуду напруги, амплітудно-часовий перетворювач 61, інвертор 62, два елементи І 63, 64, оптоелектронний перетворювач 65, шкалу 66 індикації температури і частоти пульсу, що складається із шістдесяти розрядів, кожний з яких містить фототиристор 67, анод якого підключений до катодів індикаційних світлодіодів 68, 69 мінусової і плюсової температури і світлодіода 70, через резистор 71 - до входу 44 живлення світлодіод 72, з'єднані катоди фототиристорів 67 непарних комірок підключені до виходу третього елемента І-НІ 73, а парних комірок - до виходу четвертого елемента І-НІ 74, перші входи третього і четвертого елементів І-НІ 73, 74 з'єднані відповідно з виходами першого і другого елементів І-НІ 75, 76, а другі входи третього і четвертого елементів І-НІ 73, 74 сполучені між собою і через п'ятий ключ 6 з'єднані з прямим виходом сьомого однобібратора 16, прямий та інверсний виходи сьомого рахункового тригера 28 з'єднані відповідно з першими входами першого і другого елементів І-НІ 75; 76, другі входи яких з'єднані між собою і через шостий ключ 7 з'єднані з інверсним виходом сьомого однобібратора 16, який через шостий ключ 7 з'єднаний з прямим виходом шостого однобібратора 15, а через п'ятий і шостий ключі 6, 7 з прямим виходом сьомого однобібратора 13, рахунковий вхід 77 сьомого рахункового тригера 28 з'єднаний з виходом формувача - дільника на чотири 78 імпульсів, керуючий вхід якого сполучений з виходом шостого однобібратора 15 з прямим виходом шостого рахункового тригера 27 і входом 79 другого керованого ключа 21, другий вихід 80 якого через резистор 81 з'єднаний з анодами світлодіодів 70 шкали 66 індикації температури, інверсний вихід шостого рахункового тригера 27 з'єднаний із входом восьмого однобібратора 17, вихід 82 якого з'єднаний із входом 83 установки сьомого рахункового тригера 28 та з катодом світлодіода 38.1 шостого послідовного ланцюга 38, анод світлодіода 38.1 через резистор 38.2 шостого послідовного ланцюга 38 з'єднаний із входом 43 живлення, вхід 84 установки шостого рахункового тригера 27 з'єднаний із входом 85 установки п'ятого рахункового тригера 26 та з виходом другого однобібратора 11, рахунковий вхід 86 шостого рахункового тригера 27 через сьомий ключ 8 з виходом оптоелектронного перетворювача 65, рахунковий вхід 87 п'ятого рахункового тригера 26 з'єднаний через сьомий ключ 8 з виходом оптоелектронного перетворювача 65,

світлодіод 38.1 шостого послідовного ланцюга 38 оптично з'єднаний з фототиристором 67 першої комірки шкали 66 індикації температури і частоти пульсу, світлодіод 70 кожної комірки шкали 66 індикації температури і частоти пульсу оптично з'єднаний з фототиристором 67 подальшої комірки шкали індикації температури і частоти пульсу, прямий вихід п'ятого рахункового тригера 26 з'єднаний із входом 88 керування амплітудно-часового перетворювача 61, інверсний вихід п'ятого рахункового тригера 26 підключений до перших входів елементів І 63, 64, другий вхід першого елемента І 63 підключений до виходу інвертора 62, вхід якого підключений до другого входу другого елемента І 64 і до першого виходу 89 перетворювача 60 температури в амплітуду, вихід 90 амплітудно-часового перетворювача 61 через перший резистор 91 підключений до анодів світлодіодів 72 шкали 66 індикації, вхід амплітудно-часового перетворювача 61 підключений до другого виходу перетворювача 60, вихід першого елемента І 63 через другий резистор 92 підключений до анодів індикаційних світлодіодів 68 температури, вихід другого елемента І 64 через третій резистор 93 підключений до анодів індикаційних світлодіодів 69 плюсової температури, причому світлодіод 72 кожного розряду оптично з'єднаний з фототиристором 67 власного розряду, оптичний вхід оптоелектронного перетворювача 65 оптично з'єднаний із світлодіодом 52.1 нульового розряду шкали 39 секунд, катоди фототиристорів 51.7 парних розрядів шкали 39 секунд підключені до прямого виходу першого рахункового тригера 22, інверсний вихід якого підключений до катодів фототиристорів 51 непарних розрядів шкали 39 секунд, в кожному розряді якого аноди фототиристорів 51 підключені до катодів світлодіодів 52 та індикаційного світлодіода 42, аноди якого відповідно через четвертий і п'ятий резистори 94, 95 підключені до виходу першого керованого ключа 20, катоди фототиристорів 51 парних розрядів шкали 40 хвилин підключені до прямого виходу другого рахункового тригера 23, інверсний вихід якого підключений до катодів фототиристорів 51 непарних розрядів шкали 40 хвилин, в кожному розряді якої анод фототиристора 51 підключений до катодів світлодіода 52, індикаційного світлодіода 42 та діода розв'язки 96, аноди світлодіода 52 та індикаційного світлодіода 42 підключені відповідно через шостий і сьомий резистори 97, 98 до виходу першого керованого ключа 20, катоди фототиристорів 51 парних розрядів шкали 41 годин підключені до прямого виходу третього рахункового тригера 24, інверсний вихід якого підключений до катодів фототиристорів 51 непарних розрядів шкали 41 годин, в кожному розряді якої анод фототиристора 51 підключений до катода світлодіода 52 та до катода діода розв'язки 94, анод якого підключений до катода індикаційного світлодіода 42 та до анода діода розв'язки 96 відповідного розряду шкали 40 хвилин, аноди світлодіода 52 та індикаційного світлодіода 42 шкали 41 годин підключені відповідно через восьмий і дев'ятий резистори 99, 100 до виходу першого керованого ключа 20, катоди світлодіодів 72 кожного розряду шкали 66 індикації температури

ри і частоти пульсу підключені до анодів фототиристорів 51 відповідних розрядів шкали 39 секунд, причому додаткові фототиристори 50, в кожному нульовому розряді анодом і катодом, відповідно підключені до анода і катода фототиристора 51 власного розряду, світлодіод 52 кожного розряду шкал 39-41 секунд, хвилин, годин оптично з'єднані з фототиристором 51 подальшого розряду, світлодіод 52 останнього розряду оптично з'єднаний з додатковим фототиристором 50 нульового розряду, фототиристори 51 нульових розрядів шкал 39-41 секунд, хвилин, годин оптично з'єднані відповідно із запускаючим світлодіодом 56 та зі світлодіодами 33.1, 34.1 першого і другого послідовного ланцюга 33, 34, світлодіод 35.1 третього послідовного ланцюга 35 оптично з'єднаний з фототиристором тридцятого розряду шкали 41 годин. В пристрій також введено систему аналізу біологічних показників 99: глюкози, кисню та холестерину, яка складається з блоку аналізу біологічних показників 100 на основі кристалу мікро-ЕОМ Atmega AT90S64P, оптичного сенсору глюкози та кисню 101, до складу якого входить випромінювачі на основі першого 102 та другого 130 над'яскравих світлодіодів з довжиною хвилі для першого $\lambda = 0.94\text{мкм}$ та для другого $\lambda = 0.66\text{мкм}$, еталонний фото діод 103 та вимірювальний фото діод 104, до складу системи аналізу біологічних показників 99 включено ультразвуковий Допплер-сенсор вимірювання холестерину 105, до складу якого входить ультразвуковий випромінювач 106 з центральною частотою 54.7кГц, еталонний ультразвуковий приймач 107 та вимірювальний ультразвуковий приймач 108, також до складу системи аналізу біологічних показників 99 включено перемикач режиму вимірювання 109 та три баластні резистори 110, 111 і 112, причому випромінювачі 102 і 130 на основі над'яскравих світлодіодів оптично пов'язаний з еталонним фотодіодом 103 (оптичним зв'язком на відбивання) та вимірювальним фотодіодом 104 (оптичним зв'язком на пропускання через біологічне середовище, яке підлягає вимірюванню), ультразвуковий випромінювач 106 пов'язаний акустичним каналом з еталонним ультразвуковим приймачем 107 (акустичним зв'язком на відбивання) та вимірювальним ультразвуковим приймачем 108 (акустичним зв'язком на пропускання) ультразвукового Допплер-сенсору вимірювання холестерину 105 усі підключені до порту А 114 блоку аналізу біологічних показників 100, до порту Б 113 цього ж блоку підключено перемикач режиму 109, який другим виводом підключений через перший баластний резистор 110 до входу 44 напруги живлення, інші виводи порту Б 113 блоку аналізу біологічних показників 100 підключені до перших виводів другого та третього баластних резисторів 111, та 112, другий вивід другого баластного резистора 111 підключений до шини живлення, а другий вивід третього баластного резистора 112 до сьомого ключа 8, вивід живлення 115 блоку аналізу біологічних показників 100 підключений до шини живлення, а вивід заземлення 116 до нульової шини 131, до першого і другого виводів порту С 117 блоку аналізу біологічних показників 100 підключений кварцовий осцилятор 118 та

перші виводи фільтруючих конденсаторів 119 та 120, другі виводи яких підключені до нульової шини 131, другий вивід другого баластного резистора 111 підключений до сьомого ключа 8, аноди випромінювачів на основі над'яскравих світлодіодів 102 і 130 підключені до першого 121 та другого 129 струмообмежуючих резисторів, катода їх підключені до виводів колекторів першого 123 та третього транзисторів 128, емітери яких підключені до нульової шини 131, а бази першого транзистора 123 через резистор 122, бази третього 128 через резистор 127 до порту А 114 блоку аналізу біологічних показників 100, перший вивід ультразвукового випромінювача 106 підключений до другого струмообмежуючого резистору 124, другий вивід підключений до колектору другого транзистора 126, а база його через резистор 125 до порту А 114 блоку аналізу біологічних показників 100, причому еталонний фотодіод 103, вимірювальний фотодіод 104, еталонний ультразвуковий приймач 107 та вимірювальний ультразвуковий приймач 108 підключені до порту А блоку аналізу біологічних показників.

Оптоелектронний годинник (фіг. 1, 2) працює наступним чином. Запуск годинника здійснюється вмиканням ключа 3. При замиканні контактів ключа 3 початковий стан першого керованого ключа 20 відкрите, і напруга живлення подається на оптоелектронні шкали 39-41 секунд, хвилин, година; на послідовні ланцюги 33,36-38; на вхід генератора 1 імпульсів, запускаючи його (перший імпульс з виходу генератора 1 імпульсів тривалістю 20-30мс з'явиться через проміжок часу, рівний 1с, а другий - через дві секунди і т.д.); на диференційований ланцюг 19 формуючий імпульс запуску одновібратора 11.

Імпульс високого рівня потенціалу з виходу одновібратора 11 тривалістю 100-150мс (тривалість цього імпульсу вибирається більше максимальної довжини перехідних процесів елементів оптоелектронних шкал 39-41) впливає:

1) високим рівнем потенціалу: на встановлені входи рахункових тригерів 25-27 через схему АБО 29 на встановлені входи 45, 55, 54, рахункових тригерів 22-24, встановлюючи на їх прямих виходах низький рівень потенціалу, а на інверсних - високий; через схему АБО 29 - на вхід 47 генератора 1 імпульсів, затримуючи появу першого імпульсу з його виходу на час дії імпульсу одновібратора 11 переднім фронтом: через схему АБО 29 на управляючий вхід 48 керованого ключа 20, переводячи його в закритий стан на час дії цього імпульсу;

2) заднім фронтом: на вхід одновібратора 14, вихідний імпульс низького потенціалу якого тривалістю 30-50мс збуджує на такий же час світло діод 56 і світлодіоди послідовних ланцюгів 33,34 із світло діода і резистора, які включають оптично з'єднані з ними фототиристори 51, викликаючи тим самим збудження електрично зв'язаних з ними світлодіодів 42 для індикації часу та світлодіодів 52 нульових розрядів оптоелектронних шкал 39-41 секунд, хвилин, годин.

Наявність низького рівня потенціалу на прямих виходах рахункових тригерів 22-24 і внутрішньої

пам'яті фототиристорів 51 забезпечує запам'ятовування інформації в нульових розрядах всіх оптоелектронних шкал після виключення світлодіодів 56 та послідовних ланцюгів 33, 34 зі світлодіода та резистора по заданому фронту імпульсу з виходу одновібратора 14. Світловий потік світлодіодів 52 нульових розрядів оптоелектронних шкал 39-41 впливає на оптично пов'язані з ними фототиристорів 51 перших розрядів цих же шкал, готуючи ці розряди до вмикання. Проте, фототиристорів 51 перших розрядів не вмикаються, так як на їх катодах присутній високий рівень потенціалу. Таким чином, при першому включенні вихідний імпульс високого рівня потенціалу з виходу одновібратора 11 здійснюється обнулення генератора 1 імпульсів, оптоелектронних шкал 39-41, установку рахункових тригерів 22-27 в нульовий стан і збудження нульових розрядів оптоелектронних шкал 39-41. Годинник готовий до рахунку першого і послідовних імпульсів генератора 1, генерованих з частотою 1Гц. Через 1с після зняття імпульсу одновібратора 11 (його заднього фронту) генератор 1 імпульсів видає перший імпульс, передній фронт якого, діючи на рахунковий вхід рахункового тригера 22, змінює потенціали на його виходах на протилежні. Таким чином, на 22 об'єднаних катодах фототиристорів 51 непарних розрядів оптоелектронної шкали 39 секунд з'являється низький рівень потенціалу, а на з'єднаних катодах фототиристорів 51 парних розрядів - високий. В зв'язку з цим відбувається вмикання фототиристора 51 першого розряду, оскільки він підготовлений оптичним сигналом світлодіода 52 нульового розряду цієї ж шкали 39, і на його катоді з'являється низький рівень потенціалу, збуджуються електрично зв'язані з ним світлодіод 52 та світлодіод 42 для індикації часу першого розряду відбувається вмикання фототиристора 51 нульового розряду (на його катоді з'являється високий рівень потенціалу) і відповідно гасіння світлодіодів 42,52 нульового розряду цієї ж шкали 39 секунд. Світлодіод 42 для індикації часу та світлодіод 52 першого розряду оптоелектронної шкали 39 секунд, знаходяться в збудженому стані одну секунду, незважаючи на те, що, на оптичному вході фототиристора 51 цього розряду зникає оптичний сигнал з нульового розряду через наявність внутрішньої пам'яті в фототиристорі 51, що підтримує світлодіод 42 індикації часу та світлодіоду 52 першого розряду в збудженому стані до тих пір, поки на його катоді не з'явиться високий рівень потенціалу, який приведе до відсікання першого розряду. Таким чином, в момент перемикавання рахункового тригера 22 створюються умови для збудження першого розряду та гасіння нульового розряду оптоелектронної шкали 39 секунд. Під час надходження кожного послідовного імпульсу з виходу генератора 1 імпульсів збудження подальших і-тих та гасіння попередніх (i-1) розрядів оптоелектронної шкали 39 відбувається аналогічно до 59-го розряду. Наявність оптичного зв'язку між світлодіодом 52 59-го розряду та фототиристором 59 нульового розряду шкали 39 секунд та з першим оптичним входом оптоелектронної схеми АБО-НІ дозволяє збудити аналогічно нульовий розряд, а також сформувати

імпульс перенесення в оптоелектронну шкалу 40.

Таким чином, оптоелектронна шкала 39 секунд функціонує в режимі кільцевого лічильника. Оптичний сигнал зі світлодіода 52 59-го розряду шкали 39 секунд тривалістю 1с діє на вхід оптоелектронної схеми АБО-НІ 32, змінюючи потенціал на її виході з високого рівня на низький і протягом 1с на її виході буде присутній низький рівень потенціалу, який не призводить до перемикавання рахункового тригера 23 (оскільки він спрацює по передньому фронту імпульсу високого рівня). В момент виключення світлодіода 52 59-го розряду та вмикання нульового розряду оптоелектронної шкали секунд, тобто при надходженні 60-го імпульсу з генератора 1, на електричному виході третьої оптоелектронної схеми АБО-НІ 32 та на рахунковому вході рахункового тригера 23 з'являється високий рівень потенціалу (тобто передній фронт імпульсу), перемикаючий рахунковий тригер 23, потенціал на його виходах змінюється на протилежний, збуджується світло діод 42 для індикації часу та світлодіод 52 першого розряду шкали 40 хвилин, а також електрично зв'язаний з ним світлодіод 42 для індикації часу 1-го розряду оптоелектронної шкали 41 годин, так як струм проходить через нього, діод розв'язки 96 та фототиристор 51 шкали 40 хвилин, вимикається світлодіод 52 нульового розряду оптоелектронної шкали 40 хвилин, а світлодіод 42 для індикації часу нульового розряду оптоелектронної шкали 41 годин підтримується у збудженому стані за рахунок відкритого фототиристора 51 цього розряду. Процеси перемикавання розрядів в оптоелектронній шкалі 40 хвилин аналогічна в оптоелектронній шкалі 39 секунд, з тією лише різницею, що при включенні світлодіоду 42 для індикації часу будь-якого розряду шкали 40 хвилин завжди збуджується електрично зв'язані з ним світлодіод 42 для індикації часу відповідного розряду оптоелектронної шкали 41 годин. Збуджений світло діод 42, для індикації часу та світлодіод 52 1-го розряду шкали 40 хвилин підтримується в цьому стані за рахунок внутрішньої пам'яті фототиристора 51 цього ж розряду та за рахунок оптичного потоку світлодіода 52 готує до збудження оптично зв'язаний з ним фототиристор 51 2-го розряду оптоелектронної шкали 40 хвилин. Другий імпульс перенесення, який з'являється на вході рахункового тригера 23, одночасно із 120-м імпульсом з генератора 1 перемикає рахунковий тригер 23 і переведе у збуджений стан другий розряд, а в не збуджений - перший розряд оптоелектронної шкали 40 хвилин. З приходом кожного слідувачого імпульсу переносу через оптоелектронну схему АБО-НІ 32 на рахунковому вході рахункового тригера 23 збуджуються кожні i-ти розряди світлодіоди (i-1)-х розрядів переходять у стан відсічки в оптоелектронній шкалі 40 хвилин.

Таким чином, перемикавання розрядів оптоелектронної шкали 40 хвилин відбувається одночасно із збудженням нульового розряду оптоелектронної шкали 39 секунд. Через наявність оптичного зв'язку між світлодіодом 52 59-го розряду та фототиристором 50 нульового розряду в оптоелектронних шкалах 39-41 секунд, хвилин, годин вони функціонують в режимі кільцевих лічильників. 660-й ім-

пульс генератора 1 переводить у збуджений стан 11-й розряд оптоелектронної шкали 40 хвилин і оптичний сигнал з світлодіода 52 цього розряду, діючи на вхід першої схеми АБО-НІ 30, встановлює низький рівень потенціалу на її виході і третій рахунковий тригер 24 не перемикається. 720-й імпульс генератора 1 збуджує 12-й розряд та вмикає 11-й розряд першої оптоелектронної схеми АБО-НІ 30 та, відповідно, на рахунковому вході рахункового тригера 24 з'являється передній фронт імпульсу високого рівня потенціалу, перемикаючий рахунковий тригер 24 у протилежний стан, при цьому вмикається нульовий 290-й розряд та вмикається 1-й розряд (процеси переключення аналогічні, що існують для оптоелектронної шкали 39 секунд) та готує до вмикання оптично зв'язаного зі світлодіодом 52 фототиристор 51 другого розряду оптоелектронної шкали 41 годин. Другий імпульс переносу, відповідний 24 хвилинам на оптоелектронній шкалі 40 хвилин, який з'являється на вході 15 рахункового тригера 24, відповідний 1440-му імпульсу генератора 1, перемикає його та переводить у збуджений стан 2-й розряд, а перший розряд оптоелектронної шкали 41 годин перейде у стан відсічки.

П'ятий імпульс перенесення, відповідний 60-й хвилині (3600-й імпульс генератора 1), містить 5-й розряд оптоелектронної шкали 41 годин та при цьому його світлодіод 42 буде вказувати на циферблаті 1 годину, тобто між 2-ма значеннями годинника "0" та "1" існують проміжні значення. В момент гасіння світло діоду 52 цього розряду виходу оптоелектронної схеми АБО-НІ 31 з'являється передній фронт імпульсу високого потенціалу, який перемикає рахунковий тригер 25. На його прямому виході з'являється високий рівень потенціалу, створюючи умови для вмикання третього послідовного ланцюга 35 із світлодіода 35.1 та резистора 35.2, а тому, і включенню фототиристора 51 30-го розряду оптоелектронної шкали 41 годин. Момент гасіння 45-го розряду цієї ж шкали знову приводить до перемикання рахункового тригера 25, та створюються умови для вмикання другого послідовного ланцюга 34 зі світлодіода 34.1 та резистора 34.2, а значить, і вмиканню фототиристора 51 нульового розряду. В електричній схемі оптоелектронного годинника передбачена ручна установка ручна та автоматична корекція (в 12.00 або 24.00 та 18.00 або 6.00). Якщо пуск годинника проводиться у 00 год., 00 хв., 00 сек. або 12 год., 00 хв., 00 сек., то необхідність ручного встановлення відсутня. При пуску годинника у будь-який інший час доби проводиться установка поточного часу годин та хвилин (без установки секунд) за допомогою ключів 5 і 4 після вмикання ключа 3. В зв'язку з тим, що стрілка годин (світіння світлодіодів 42 оптоелектронної шкали 41 годин має проміжні значення, між будь-якими значеннями годин необхідне спочатку встановити поточне значення годин (розряди шкали 41-0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55), а потім встановлювати значення хвилин (наприклад, поточний час 5 год.38 хв., встановлюємо 5 годин, а потім 38 хвилин, при цьому стрілка годин зміститься на три проміжні значення). Ручне встановлення годин в поточному часі

проводиться замиканням ключа 5, через контакти якого секундні імпульси генератора 1 поступають на вхід одновібратора 13, вихідні імпульси низького рівня потенціалу якого збуджують світлодіод п'ятого послідовного ланцюга 37 із світлодіода 37.1 та резистора 37.2, оптичний сигнал якого через оптоелектронну схему АБО-НІ 30 і рахунковий тригер 24 впливає на оптоелектронну шкалу 41 годин так само, як імпульси перенесення з оптоелектронної шкали 40 хвилин. Ключ 5 необхідно утримувати до тих пір, поки не збудиться розряд оптоелектронної шкали 41 годин, відповідно поточному часу (в нашому прикладі 25-й розряд). В момент встановлення потрібної кількості годин ключ 5 розмикається. Ручна установка хвилин проводиться аналогічно ручній установці годин при замиканні ключа 4.

Система аналізу біологічних показників 99, яка інтегрована у схему оптоелектронного годинника працює наступним чином.

У момент t_0 включення електричної схеми оптоелектронного годинника (фіг. 1) блок аналізу біологічних показників 100 на основі кристалу мікро-ЕОМ Atmega AT90S6 ініціалізується і вмикає керування живленням випромінювачів на основі над'яскравих світлодіодів 102 і 130 через коло першого та третього струмообмежуючих резисторів 121 і 129 першого та третього транзисторів 123 і 128, які базою підключені через резистори 122 і 127 до порту А блоку аналізу біологічних показників 100, а також посиляє імпульси з частотою 54.7кГц на ультразвуковий випромінювач 106, що входить до складу ультразвукового Допплер-сенсор вимірювання холестерину 105, через коло другого струмообмежуючого резистора 124 та другого транзистора 126, база якого підключена до порту А блоку аналізу біологічних показників 100. Два три кола на основі першого, другого і третього транзисторів виконують функції керування та підсилення струмів оптичних випромінювачів неінвазивної діагностики на основі першого 102 і другого 130 світлодіодів та ультразвукового 106 випромінювачів. У наступний момент t_1 блок аналізу біологічних показників 100 проводить опитування сигналів з еталонного фотодіоду 103, вимірювального фотодіода 104, а також частоти імпульсів з еталонного ультразвукового приймача 107 та вимірювального ультразвукового приймача 108. На основі отриманих даних сигналів (частоти F_E від еталонного ультразвукового приймача 107 та фотоструму I_E від еталонного фотодіода 103, а також частоти F_V від вимірювального ультразвукового приймача 108 та фотоструму I_V від вимірювального фотодіода 104) блок аналізу біологічних показників 100 порівнює середні значення інформаційних параметрів для частоти і фотоструму з еталонного фотодіода 103 та вимірювального фотодіода 104, та еталонного ультразвукового приймача 107 та вимірювального ультразвукового приймача 108. На основі отриманих значень інформаційних параметрів біологічних показників блок аналізу біологічних показників конвертує ці параметри в числовий двійковий код, та заносить їх у внутрішню пам'ять в нього пам'ять. У момент вимірювання t_{i+1} блок аналізу біологічних показників

100 проводить N-разове опитування тільки з вимірювальних ультразвукового приймача 108 та фотодіода 104, після чого також заносить конвертовані дані у пам'ять. При цьому послідовно в часі вмикається спочатку випромінювач на основі першого світлодіода 102 з довжиною хвилі $\lambda = 0.94 \mu\text{мкм}$ (940нм) паралельно з вимірювальним фотодіодом 104, після чого отримане значення фотоструму I_V характеризує концентрацію глюкози в крові людини на довжині хвилі 940нм. А потім випромінювач на основі другого світлодіода 130 з довжиною хвилі $\lambda = 0.66 \mu\text{мкм}$ (660нм) паралельно з вимірювальним фотодіодом 104. Отримане значення фотоструму I_V характеризує концентрацію кисню в крові людини на довжині хвилі 660нм. Довжини хвиль випромінювачів 102 і 130 обрані з розрахунку на максимальне поглинання глюкози на $\lambda = 0.94 \mu\text{мкм}$ (940нм) та кисню (гемоглобіну, який переносить кисень O_2) на довжині хвилі $\lambda = 0.66 \mu\text{мкм}$ (660нм). При цьому вимірювання кисню і глюкози проводяться окремо, як і оброблення значень фотострумів від першого 102 і другого випромінювачів 130 та видача кінцевих даних на відображення біомедичної інформації.

Поглинання оптичного випромінювання характеризується законом Бугера-Ламберта-Бера по відношенню до інтенсивності, як: $I_{\text{out}} = I_0 \exp(-k c L)$, де I_0 - вхідна інтенсивність; L - товщина шару біологічного середовища, яке вимірюється; k - коефіцієнт поглинання; c - коефіцієнт, що враховує спектральний діапазон. Переходячи від інтенсивності до оптичної потужності, враховуючи, що інтенсивність визначається відношенням оптичної потужності випромінювачів P_{opt} до площі перерізу пучка (до косинуса повного тілесного кута $\cos 2\omega$)

$$I = \frac{P_{\text{opt}}}{S} = \frac{P_{\text{opt}}}{D \cos 2\omega}$$
, отримуємо значення поглинання для потужності першого 102 та другого 130 випромінювачів:
$$\frac{P_{\text{out}}}{D \cos 2\omega} = \frac{P_0}{D \cos 2\omega} \exp(-k c L)$$
 або

$$P_{\text{out}} = \frac{P_0}{D \cos 2\omega} \exp(-k c L)$$

де P_0 - початкова оптична потужність випромінювачів 102 і 130; D - повна довжина оптичного каналу; 2ω - повний тілесний кут випромінювання світла діодів першого 102 і другого 130 випромінювачів. Вихідна оптична потужність лінійно пропорційна фотоструму вимірювального фотодіода 104 $P_{\text{out}} \approx K \cdot I_{VS}$, враховуючи лінійний коефіцієнт пропорційності вимірювальної шкали K .

В процесі аналізу вимірюються значення вихідної оптичної потужності P_{out} , по яким визначаються середні арифметичні значення вимірювальних

$$\text{фотострумів } I_{VS} = \frac{I_V^1 + I_V^2 + \dots + I_V^i + \dots + I_V^N}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N I_V^i}{N}$$

(у моменти вимірювання $t_{i+1}/2$ для кисню та $t_{i+1}/2$ глюкози) i частоти

$$F_{VS} = \frac{F_V^1 + F_V^2 + \dots + F_V^i + \dots + F_V^N}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N F_V^i}{N}$$
, які попере-

дно порівнюються з еталонними, тобто $I_E \nabla I_{VS}$ та $F_V \nabla F_{VS}$. В результаті порівняння отримуються значення контрольних оцінок (I_{VS}), (F_{VS}), які враховуються методом вимірювання. В момент часу оброблення сигналів t_{i+2} блок аналізу біологічних показників 100 проводить оцінку різниць еталонних та вимірювальних значень частоти і фотоструму, які зберігаються у його пам'яті: для частоти формує контрольну різницю $\Delta F = F_E - F_{VS}$, для фотоструму $\Delta I = I_E - I_{VS}$. Після цього інформаційні дані вимірювальних параметрів в двійковому форматі (для вимірювання кисню та концентрації глюкози I_E , I_{VS} та ΔI , а також для концентрації холестерину F_E , F_{VS} та ΔF) підлягають обробленню за заданим в пам'яті програми блоку аналізу біологічних показників 100 методом з врахуванням лінійного коефіцієнту пропорційності вимірювальної шкали K . Після проходження оптичного випромінювання від першого 102 і другого 130 випромінювачів на основі над'яскравих світлодіодів з середньою потужністю $P_0 = 30-45 \text{мВт}$ до вимірювального фото діода 104 змінюється інтенсивність випромінювання завдяки поглинанню по вищеописаному закону Бугера-Ламберта-Бера на молекулах кисню та глюкози (гемоглобіну), що розчинені або перебувають в зв'язаному стані з іншими речовинами чи клітинами крові. При проходженні ультразвукового випромінювання від випромінювача 106 до вимірювального ультразвукового приймача 108 відбувається зсув частоти ΔF відносно еталонної F_E (54.7кГц) відповідно до ефекту Доплера

$$F_V = \frac{F_E}{1 - \frac{v}{v_z}} = \frac{54700}{1 - \frac{v}{270 \dots 380}} F_{VS}$$
, що реєстру-

ється закладеним у пам'яті програми методом блоку аналізу біологічних показників 100. По швидкості кровотоку v і відомій швидкості поширення ультразвуку в біологічному середовищі $v_z = 270-380 \text{м/с}$ визначається доплерівська частота, яка характеризує насичення крові холестерином. Після проведення процедур ініціалізації (t_0), еталонного вимірювання (t_i), основного вимірювання (t_{i+1}) та оброблення (t_{i+2}) дані виводяться у двійковому послідовному форматі через порт Б блоку аналізу біологічних показників 100 та другий баластний резистор 111 до сьомого ключа 8 схеми оптоелектронного годинника, який встановлює оптоелектронний годинник у режим вимірювання біологічних показників. По ланцюгу порт Б блоку аналізу біологічних показників 100, другий баластний резистор 111, сьомий ключ 8 здійснюється передача даних вимірювання для подальшого відтворення їх на оптоелектронних шкалах 39, 40, 41 і 66 оптоелектронного годинника. За допомогою перемикача 109 та першого баластного резистора 110, які підключені до порту Б встановлюється режим вимірювання одного з біологічних показників: 1) концентрації глюкози, 2) концентрації кисню; 3) вмісту холестерину на стінках артерій людини (вміст холестерину впливає на швидкість кровотоку, зменшуючи його, що змінює доплерівську частоту, яка знімається з вимірювального ультразвукового приймача 108). Функції усіх трьох баластних рези-

сторів полягають у зменшенні струмів на портах А-С до величин, встановлених робочим режимом мікроконтролера блоку аналізу біологічних показників 100. Ланцюг осцилятор 118, фільтруючі конденсатори 119 та 120, та підключені до порту С блоку аналізу біологічних показників 100 забезпечує режим генерації тактових синхроімпульсів мікро-ЕОМ Atmega AT90S64P блоку аналізу біологічних показників 100, зокрема конденсатори здійснюють фільтрацію і стабілізацію фронтів тактових синхроімпульсів даної мікро-ЕОМ.

В оптоелектронному годиннику передбачено також корекція часу в процесі відліку як в ручному, так і в автоматичному режимі від сигналів радіотрансляційної мережі. Корекцію часу можна проводити в 12.00 (або 24.00) та 18.00 (або 6.00), завдяки наявності в електричній схемі годинника рахункового тригера 25 та оптоелектронної схеми АБО-НІ 31, який забезпечує автоматичний вибір запуску годин в 12.00 (або 24.00) та 6.00 (або 18.00).

Здійснюється цей режим наступним чином. При вмиканні живлення рахунковий тригер 25 встановлюється в низький рівень потенціалу на прямому виході, а на інверсному у високий, забезпечуючи збудження світло діоду послідовного ланцюга 34 і вмикання оптично зв'язаного з ним фототиристора 51 нульового розряду оптоелектронної шкали 41 годин при спрацюванні одновібратора 14 (ці процеси детально описані вище). Якщо запуск годинника проведено у 12.00.00, то не потрібна установка поточного часу. Через 3 години засвітиться світлодіод 52 15-го розряду оптоелектронної шкали 41 годин та частиною свого оптичного сигналу через оптоелектронну схему АБО-НІ 31 перемикне рахунковий тригер 25 в протилежний стан, при якому створюються умови для запуску фототиристора 51 30-го розряду оптоелектронної шкали 41 годин. Такий стан буде зберігатись до вмикання світлодіода 52 45-го розряду цієї ж шкали (що відповідає 9-й або 21-й годині). Якщо в цей проміжок часу прийде імпульс корекції (при ручній або автоматичній корекції часу), то засвітиться не нульовий, а 30-й розряд оптоелектронної шкали 41 годин (відповідає 6 або 18 годинам) і нульові розряди оптоелектронних шкал 39, 40 секунд і хвилин.

Таким чином, буде проведений корекція часу в 6 або 12 годин. При подальшій роботі годинника (через 3 години) засвітиться світлодіод 52 45-го розряду оптоелектронної шкали 41 годин, що призведе до перемикання рахункового тригера 25, стан якого зберігатиметься до вмикання 15-го розряду шкали 41 годин. Якщо в цей проміжок часу поступить імпульс корекції, то він включити нульові розряди у всіх оптоелектронних шкалах 39-41. Таке рішення забезпечує корекцію часу в широкому діапазоні його значень: а) корекція в 12.00 (24.00) - від 9.01 (21.01) до 2.59 (14.59); б) корекція в 6.00 (18.00) - від 3.01 (15.01) 25 до 8.59 (20.59), тобто можна використовувати нестабілізований генератор 1 імпульсів.

Ручний режим корекції в 6.00 (18.00) або 12.00 (24.00) проводиться замиканням ключа 2 при слуховому сприйнятті початку 6-го сигналу точного

часу з радіомережі. Через контакти ключа 2 напруга живлення подається на диференціюючий ланцюг 18, формуючий імпульс запуску одновібратора 10. Сформований одновібратором 10 імпульс високого рівня потенціалу тривалістю 100-150мкс впливає через схему АБО-29 на настановний вхід 47 генератора 1 імпульсів, затримуючи на цей час видачу імпульсів з його виходу; на настановні входи 45, 55, 54 рахункових тригерів 22-24, встановлюючи на їх прямих виходах рівні низького потенціалу, а на інверсних - високого; на керований вхід керованого ключа 20, закриваючи його, що призводить до гасіння світлодіодів 42 для індикації часу всіх розрядів в оптоелектронних шкалах 39-41; на вхід одновібратора 14, імпульс низького рівня потенціалу, з виходу якого збуджується світлодіод 56 і світлодіоди послідовних ланцюгів 33, 34 або 35 (в залежності від стану рахункового тригера 25). При цьому збуджуються нульові розряди оптоелектронних шкал 39 і 40, нульовий або 30-й розряди оптоелектронної шкали 41. Таким чином, імпульс ручної корекції обнуляє всі оптоелектронні шкали 39-41, встановлює рахункові тригери 22-24 в нульовий стан по прямих виходах і збуджує світлодіоди нульових розрядів оптоелектронних шкал 39; 40 секунд та хвилин, нульовий або 30-й розряди оптоелектронної шкали 41 годин.

Автоматична корекція часу проводиться за рахунок виділення формувачем 6 імпульсу корекції, який відповідає початку 6-го сигналу точного часу, що поступає на його вхід з радіотрансляційної мережі. Сформований імпульс корекції високого рівня потенціалу надходить на другий вхід одновібратора 10, імпульс високого рівня потенціалу з виходу якого призводить дії, аналогічні ручної корекції.

Всі оптоелектронні шкали 39-41 конструктивно виконані (фіг. 2) у вигляді єдиного циферблата круглої, овальної або іншої замкнутої форми, на якому по максимальному діаметру розташована 60-розрядна шкала 39 секунд, вихідна апертура якої суміщена з вихідною апертурою шкали 66 індикації температури і частоти пульсу. В середині оптоелектронної шкали 39 розташовані 60-розрядні шкали 40, 41 хвилин і годин. Світлодіоди 42 для індикації часу оптоелектронних шкал 39-41 можуть бути як одиночні (точки, які світяться), так і набрані з деякої кількості світлодіодів, сполучених послідовно, і конструктивно оформлені у вигляді стрілок, штрихів і т.д. Набір світлодіодів 42, що світяться оптоелектронної шкали 41 є годинною (короткою) стрілкою, хвилинна стрілка представляється одночасно годинною стрілкою, що світяться і набором світлодіодів 42 для індикації часу оптоелектронної шкали 40 хвилин.

Фототиристори 51 також можуть бути розміщені в цих стрілках. Таким чином, місце розташування на циферблаті світлової точки вказує на кількість секунд, шкали 66 - на величину частоти пульсу і температури, а колір говорить про знак температури ("+" - червоний, "-" - жовтий); великої стрілки - кількість хвилин, малої стрілки - кількість годин.

Інформація про час в кожній зі шкал 39-41 представляється позиційно світінням лише одного

розряду, що забезпечує мінімальну споживаючу потужність годинника і рівномірне енергетичне навантаження у часі кожного з розрядів.

Розглянемо режим вимірювання та відображення температури: ключі 6, 7 і 8 переключені в режим вимірювання температури Т. Перетворювач 60 перетворює температуру в амплітуду напруги. Сигналом на вході 80 установки рахункового тригера 26 з виходу одновібратора 11 (фіг. 3) тригер встановлюється в нульовий стан. Звідси, перетворювач 61 не працює, оскільки на його вході 88 управління, а також і на виході 90 присутній логічний "0". При цьому на прямому виході одновібратора 16 присутній сигнал логічної "1", а на інверсному - логічний "0", який надходить на другі входи елементів І-НІ 75 і 76 та встановлює їх в стан логічної "1", яка потрапляє з виходів елементів І-НІ 75 і 76 на перші входи відповідно елементів І-НІ 73 і 74, на других входах яких присутній високий потенціал з прямого виходу одновібратора 16. Таким чином, на виході елементів І-НІ 73 і 74 присутній логічний "0", який надходить на катода фототиристорів 67 всіх розрядів шкали 66 індикації температури.

Оптичний сигнал світлодіоду 52 нульового розряду оптоелектронної шкали 39 секунд надходить на вхід оптоелектронного перетворювача 65, на виході якого формується електричний сигнал, відповідно логічному "0".

З приходом наступного імпульсу з виходу генератора 1 обнуляється світлодіод 52 нульового розряду шкали 39 секунд, отже на виході оптоелектронного перетворювача 65 з'являється логічна "1", що надходить на рахунковий вхід 82 тригера 26, який перемикається в стан логічної "1" (фіг.2), починає працювати перетворювач 61. На його виході 90 формується імпульс позитивної полярності, тривалість якого прямо пропорційна амплітуді напруги присутнього на вході перетворювача 61, що поступає через резистор 91 на аноди світлодіодів 72 шкали 66 індикації температури.

При цьому по передньому фронту імпульса з прямого виходу рахункового тригера 26 відбувається короточасне обнулення всіх розрядів шкали 66 сигналом з виходу одновібратора 16 (на його виходах з'являються імпульси тривалістю 100 мксек. на прямому виході - негативний імпульс, а на інверсному - позитивний. Негативний імпульс впливає на другі входи елементів І-НІ 73, 74, на виходах яких з'являється високий рівень потенціалу, забезпечуючий вирівнювання потенціалів на електродах фототиристорів 67 всіх розрядів і, отже, їх вимкнення.

Тобто, забезпечується стирання раніше записаної інформації в шкалу 66 і годинник готовий до циклу вимірювання температури. Одночасно з цим відбувається включення першого розряду шкали 66, оскільки відкритий фототиристор 51 першого розряду 39.0 шкали секунд 39, збуджений світлодіод 72 і включений фототиристор 67 першого розряду 66.1 шкали 66. Струм протікає через фототиристор 51 першого 39.1 розряду шкали секунд 39 і світлодіод 72 перші розряди 66.1 шкали 66, випромінюючи оптичний сигнал на фототиристор 67 цього ж розряду шкали 66 і відкрива-

ючи його. Від входу 44 напруги живлення, через замкнений ключ 3, резистор 71, фототиристор 67 до виходу елемента І-НІ 74 протікає струм, підтримуючий фототиристор 67 першого розряду у включеному стані. З виходу 89 перетворювача 60 на вхід інвертування 62 і на другий вхід елемента І-НІ 64 поступає сигнал, який відповідний до знаку температури (лог. "1" - позитивна, лог. "0" - негативна).

Оскільки на інверсному виході рахункового тригера 26 присутній сигнал лог. "0", який надходить на перші входи елементів І-НІ 63, 64, на їх виходах також присутній лог."0", блокуючи функціонування світлодіодів 68, 69 шкали 66.

Наступний імпульс генератора 1 вмикає другий 39.2 розряд шкали секунд 39 (обнуляє перший 39.1 цієї ж шкали) і другий розряд 66.2 шкали 66 (при цьому перший розряд 66,1 залишився включеним).

Наступний імпульс - включає третій розряд 39.3 шкали секунд 39 (обнуляє другий 39.2) і третій розряд 66.3 шкали 66.

Тобто, з приходом наступних імпульсів генератора 1 описані процеси повторюються і на шкалі 66 кількість включених розрядів наростає.

Після закінчення імпульсу на виході 90 перетворювача 61 світлодіоди 72 шкали 66 не випромінюють світло, а отже, подальшого збудження розрядів шкали 66 індикації температури не відбувається. Світлодіоди 68, 69 для індикації температури на цей період не випромінюють світло (фіг. 2). З приходом шістдесятого імпульсу збуджується нульовий розряд шкали 39 секунд, а на вході оптоелектронного перетворювача 65 з'являється оптичний сигнал. З приходом 61-го імпульсу рахунковий тригер 26 встановлюється в стан логічного "0". На перших входах елементів І-НІ 63, 64 з'являються логічні "1". Якщо температура негативна, то на виходах першого і другого елементів І-НІ 63, 64, відповідно, з'являються логічні "1" і "0". В цьому випадку світлитимуть світлодіоди 68 збуджених розрядів шкали 66 (жовтого кольору) індикації температури. У випадку якщо температура позитивна світлитимуться світлодіоди 69 (червоного кольору) всіх збуджених розрядів шкали 66 індикації температури. Індикація температури проводиться протягом однієї хвилини (шістдесяті секунд), після чого проходить перезапис інформації про температуру, тобто імпульсом одновібратора 16 відбувається стирання інформації за рахунок вирівнювання потенціалів на фототиристорах 67 шкали 66 індикації температури (фіг. 2). Перезапис відбувається протягом однієї хвилини. Оскільки ключ 8 перемкнений в режим Т (відображення температури), то тригер 27 знаходиться постійно в нульовому стані, тобто, на його прямому виході присутній логічний "0", а на інверсному - логічна "1". Другий керований ключ 21 знаходиться у вимкненому стані і на анодах світлодіодів 70 присутній низький потенціал, вони знаходяться в не збудженому стані. Одновібратор 17 на виході підтримує високий потенціал, і оскільки на аноді і катоді світло діода 38.1 потенціали рівні, він також знаходиться в погашеному стані. З приходом 181-го імпульсу відбувається вторинне відображення

інформації про температуру. З подальшим приходом імпульсів описані вище процеси повторюються. Кількість збуджених розрядів відповідає величині вимірної температури.

Режим вимірювання і відображення частоти імпульсу здійснюється наступним чином: ключі 6, 7, 8 переводяться в друге положення "Режим вимірювання частоти пульсу". Тригер 27 знаходиться в нульовому стані (на його прямому виході присутній сигнал лог. "0") і блокує роботу формувача-роздільника на 4 імпульсів частоти пульсу 77. На виході одновібратора 15, а значить і на других входах схем 2I-NI 73, 74, 75 і 76 присутній сигнал лог. "1". Рівень лог. "1" з виходу одновібратора 17 впливає на вхід установки рахункового тригера 28 і на катод світлодіода 38.1, не змінюючи їх стан (тобто, рахунковий тригер 28 знаходиться в довільному стані, а світлодіод 38.1 не випромінює світло).

В такому стані вимірювач частоти пульсу знаходиться до чергового включення світлодіода 52.1 нульового розряду 39.0 оптоелектронної шкали 39.

Оптичний сигнал світлодіода 42.1 нульового розряду 39.0 шкали 39 діє на оптичний вхід оптоелектронного перетворювача 65, на виході якого формується сигнал лог. "0". Подальший імпульс генератора 1 вмикає світло діод 42.1 і на виході оптоелектронного перетворювача 65 з'являється сигнал лог. "1", який переводить рахунковий тригер 27 в одиничний стан (на його прямому виході з'являється рівень лог. "1").

При цьому:

- відкривається ключ 21 і підключає аноди світло діодів 70 всіх розрядів шкали 66 до джерела живлення;

- починає функціонувати формувач-роздільник на 4 імпульсу частоти пульсу 77 (тобто, через 4 пульсові сигнали датчика пульсу на виході з'являється один імпульс): задній фронт імпульсу з інверсного виходу рахункового тригера 27 запускає одновібратор 17, вихід якого формує негативний імпульс тривалістю 100 мксек., впливаючи на вхід установки рахункового тригера 28 (встановлює його в "0" стан на прямому виході) і на катод світлодіода 38.1. Внаслідок чого вмикається світлодіод 38.1 і оптично зв'язаний з ним фототиристор 67.1 нульового розряду 66.0 шкали 66 (оскільки на їх електродах присутня різниця потенціалів). Також вмикається світлодіод 70.1 і готує до включення оптично пов'язаний з ним фототиристор 67.2 наступного 66.2 розряду шкали 66. Одночасно спрацьовує одновібратор 15 (по передньому фронту імпульсу) спрацьовує негативний імпульс тривалістю 50 мксек., забезпечуючи через примусове обнулення всіх розрядів шкали 66 через елементи 2I-NI 73-76; сигнал логічної "1" з інверсного виходу рахункового тригера 26 впливає на перші входи елементів 21 63, 64; сигнал логічного "0" з прямого виходу рахункового тригера 26 блокує роботу АВП 61 і світлодіодів 72 всіх розрядів шкали 66, отже схема вимірювання температури відключена.

Початковий стан виходу управління знаком температури перетворювача температури в напругу 60 - рівень логічної "1", впливає на другий вхід схеми 21 64 і через схему I-NI 62 на другий вхід

схеми 21 63 і разом з рівнем лог. "1" з інверсного виходу рахункового тригера 26, забезпечують присутність високого рівня потенціалу на анодах світлодіодів 69.1 всіх розрядів шкали 66.

Таким чином, схема вимірювання частоти пульсу готова до відліку і відображення імпульсів, що поступають від пацієнта через датчик і схему 73 формування і розподіл на 4 цих імпульсів.

Перший імпульс з виходу блоку 73 (відповідно 4-м імпульсам датчика) впливає на рахунковий вхід рахункового тригера 24, змінюючи рівні потенціалу на його виходах і значить і на виходах схем 2I-NI 70, 71, 68 і 69, на протилежні.

При цьому вмикається фототиристор 62 першого 61.1 розряду шкали, оскільки на його електродах з'явилася різниця потенціалів, і електрично зв'язані з ним світлодіоди 65.1 і 64.1 цього ж розряду та вмикається фототиристор 62 і електрично зв'язані з ним світлодіоди 65.1 і 64.1 нульового розряду 61.0 шкали 61.

Аналогічно, другий імпульс з виходу блоку 73 обнуляє перший 61.1 розряд і вмикає другий розряд 61.2 шкали 61 і т.д.

Цей процес повторюватиметься до слідуючого виключення (це відбудеться через 60 секунд) світлодіода 48.1 нульового розряду 35.0 шкали секунд 35, яке приведе до появи на виході оптоелектронного перетворювача 60, а значить, і на рахунковому вході 83 рахункові тригери 23 переднього фронту імпульсу, що перемикає його.

При цьому на прямому виході рахункового тригера 23 з'явиться рівень лог. "0", який:

- вмикає ключ 17 і електрично зв'язані з ним світлодіоди 65 всіх розрядів;
- шкали 61;
- блокує роботу блоку 75 (припиняє формування вихідних імпульсів).

Стани виходів світло діодів 79 і 12 не змінюються, оскільки вони спрацьовують по задньому і передньому фронту імпульсів рахункового тригера 23, відповідно, інверсного і прямого виходів.

Рахунковий тригер 24 не перемикається (через відсутність на його вході імпульсу від блоку 75) і на шкалі 61 буде зафіксований останній розряд, який ще спрацював, відобразатиметься на циферблаті годинника світлодіодом, що світиться 64.1 цього розряду.

Процес відображення результату вимірювання частоти биття пульсу, відрхований по шкалі секунд годинника і помножений на 4, триватиме 60 секунд, тобто до наступного третього, виключення світлодіода 48.1 нульового розряду 35.0 шкали секунд 35.

Реальне значення частоти биття пульсу визначається місцеположенням нерухомої точки, що світиться, на шкалі секунд 35, помноженої на 4.

Приклад. Нерухома точка, що світиться, знаходиться проти відмітки 3 (що відповідає 15 сек) на циферблаті (фіг. 3). При цьому реальне значення частоти биття пульсу дорівнює 60 биттів на хвилину ($15 \times 4 = 60$). Максимально можлива частота биття пульсу, що вимірюється і відображається годинником, дорівнює $59 \times 4 = 236$ биттів на хвилину. Період вимірювання частоти биття пульсу дорівнює періоду відображення результату вимірюван-

ня і дорівнює 60 сек. Наступне, третє, виключення світлодіоду 48.1 нульового розряду 35.0 шкали 35 викликає спрацювання оптоелектронного перетворювача 60, рахункового тригера 23, включення ключа 17, блоку 75, робота одновібратора 12, поява на його виході негативного імпульсу тривалістю 50 мксек, що приводить до появи на обох виходах елементів 2I-НІ 68, 69 рівнів лог. "1", що забезпечує стирання раніше записаної інформації в шкалі 61 (за рахунок вирівнювання, на час 50 мксек потенціалів на електродах фото тиристорів 62 всіх розрядів шкали 61), робота одновібратора 79 (тривалість негативного імпульсу з його виходу 50 мксек) та, як наслідок:

- установка рахункового тригера 24 у стан лог. "1" на його прямому виході;

- вмикання світло діода 34 і оптично зв'язаного з ним фототиристора 62 нульового розряду 61.0.

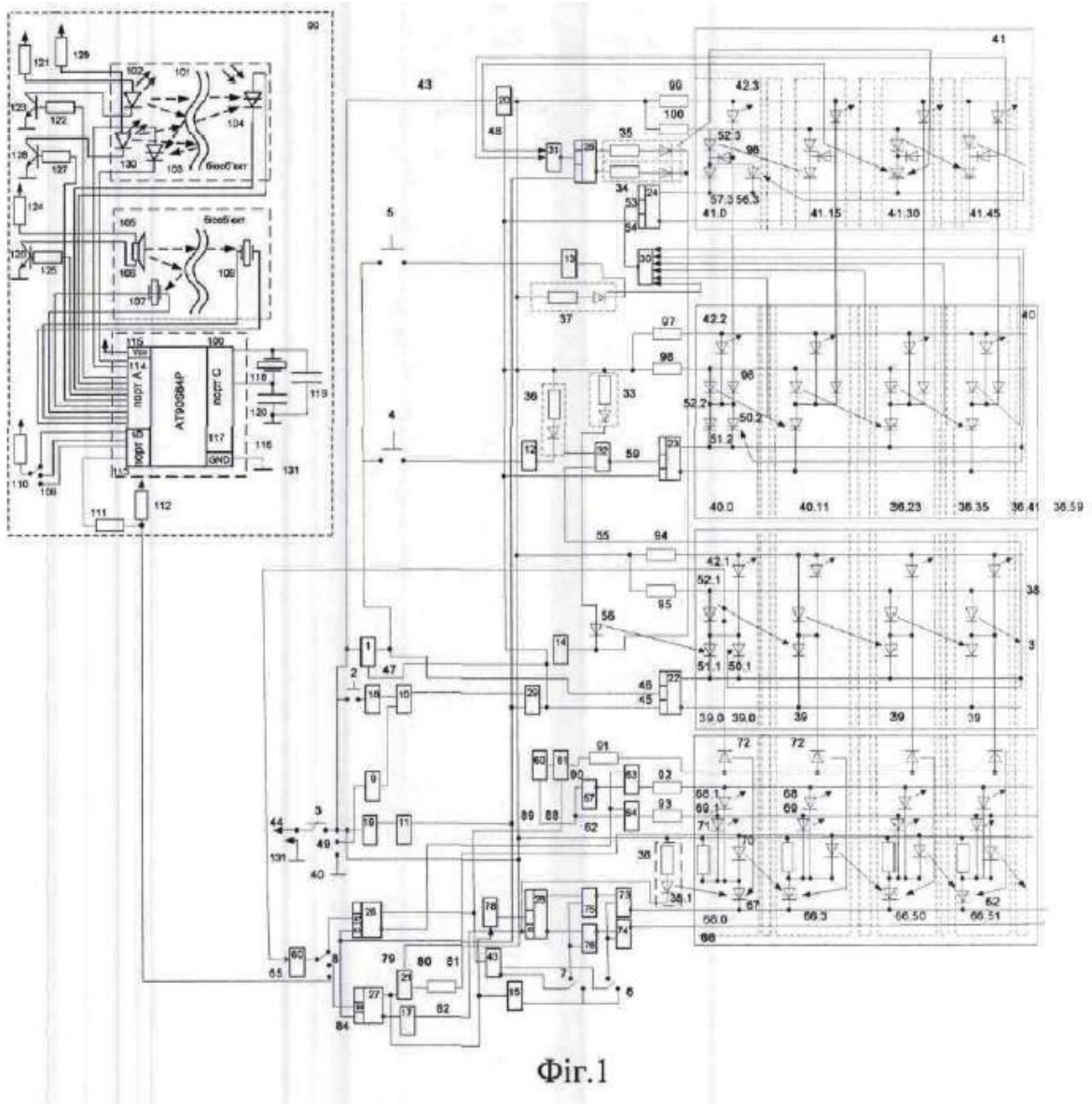
Таким чином, оптоелектронний годинник починає наступний цикл вимірювання і відображення частоти биття пульсу. Індикаційні світлодіоди 38, 63, 64 шкал 35 секунд і 61 температури та пульсу конструктивно з'єднані в одну загальну вихідну апертуру (фіг.) і виконані в загальному корпусі.

Відображення відбувається:

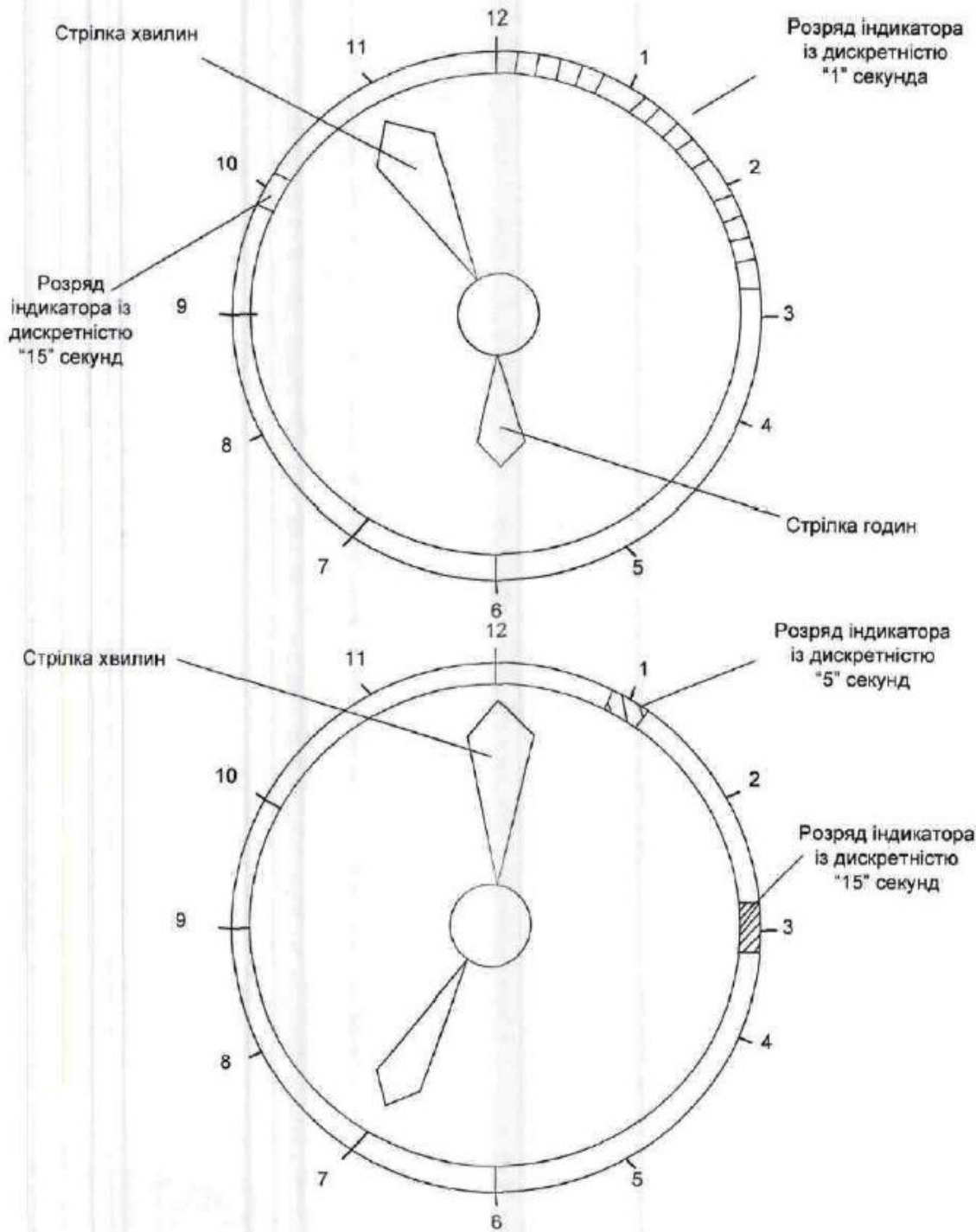
- температури - у вигляді того, стовпця, що світиться жовтого або червоного кольору (в залежності від знака температури), розташованого по периметру циферблата годинника;

- частоти биття пульсу - у вигляді точки, що світиться червоного кольору, місцезнаходження якої на циферблаті визначає чисельне значення частоти биття.

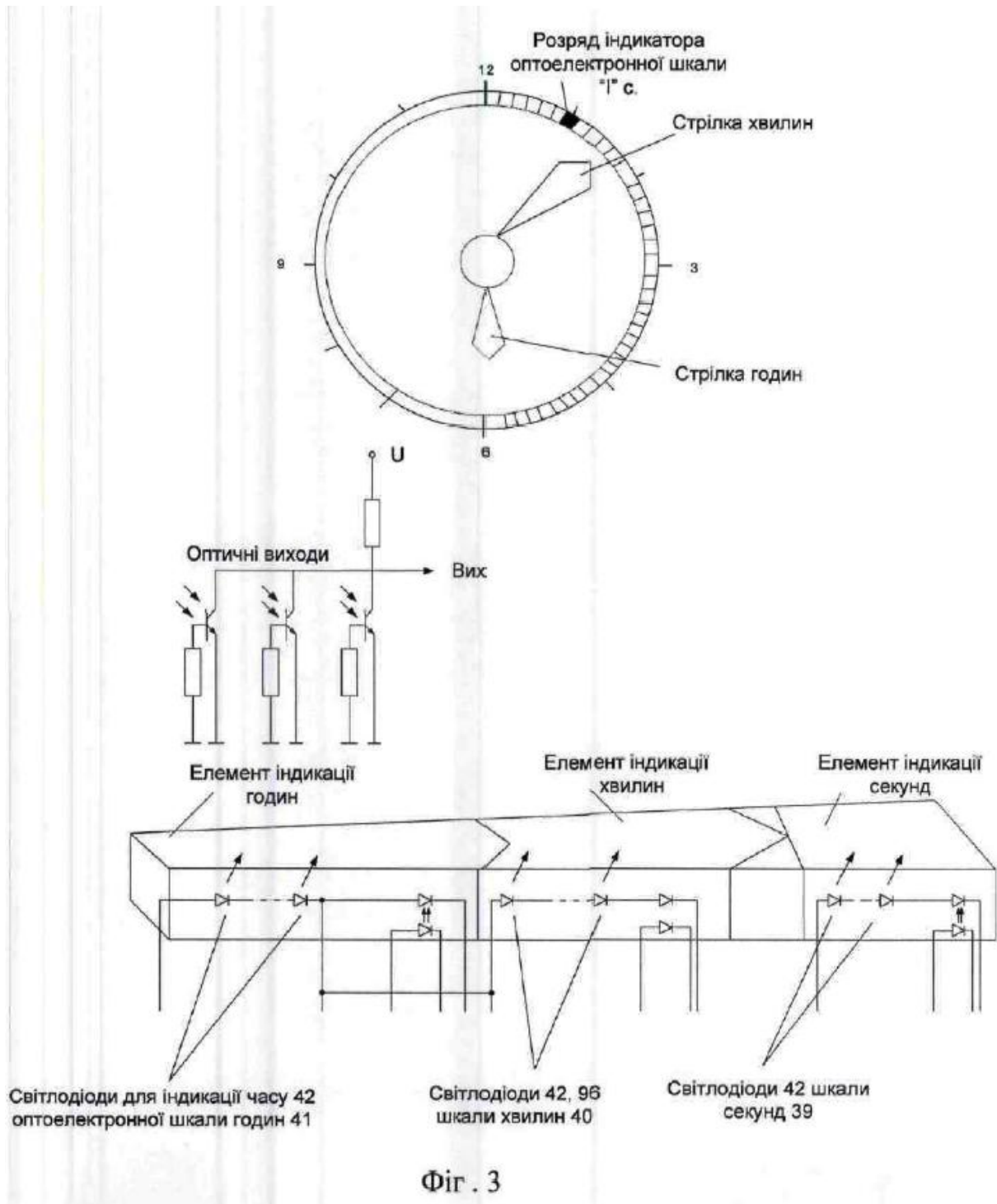
Досягнення компактності та ергономічності пристрою оптоелектронного годинника здійснюється шляхом нанотехнологічної реалізації схеми (фіг. 1). Кристал мікро-ЕОМ Atmega AT90S64P розміщений на підкладинці основного кристалу кремнію (Si) схеми пристрою, у якій усі елементи і зв'язки між ними, окрім оптоелектронних шкал секунд, годин, хвилин та оптичного та ультразвукового сенсорів виконані на сучасній нанотехнологічній елементній базі, наприклад, шляхом напилення методом молекулярно - променевої (МПЕ) епітаксії з кроком інтеграції до 0.13μм (мкм) на кристалі очищеного кремнію Si, площею 140мкм² і лінійними розмірами A=14мкм B=10мкм.

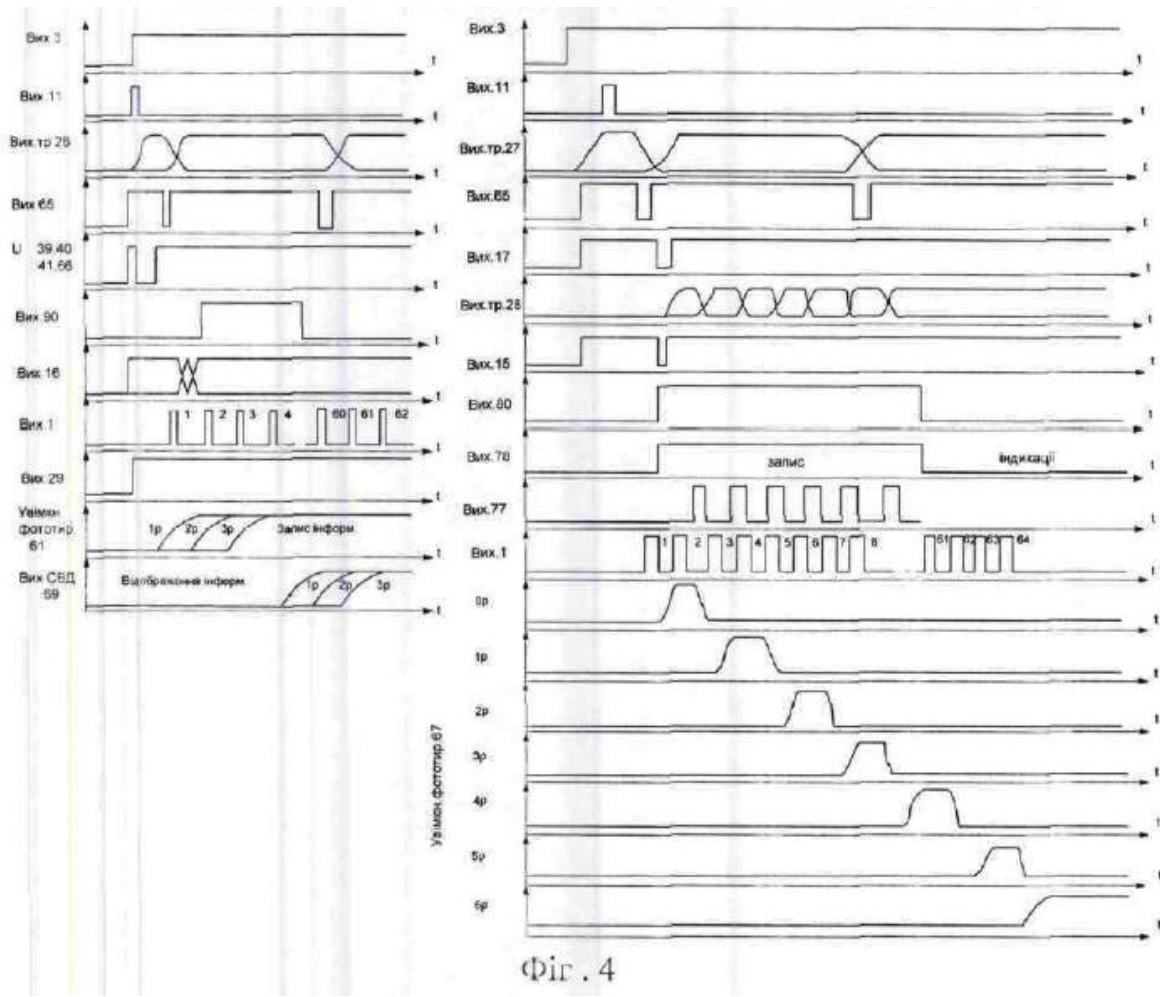


Фиг.1

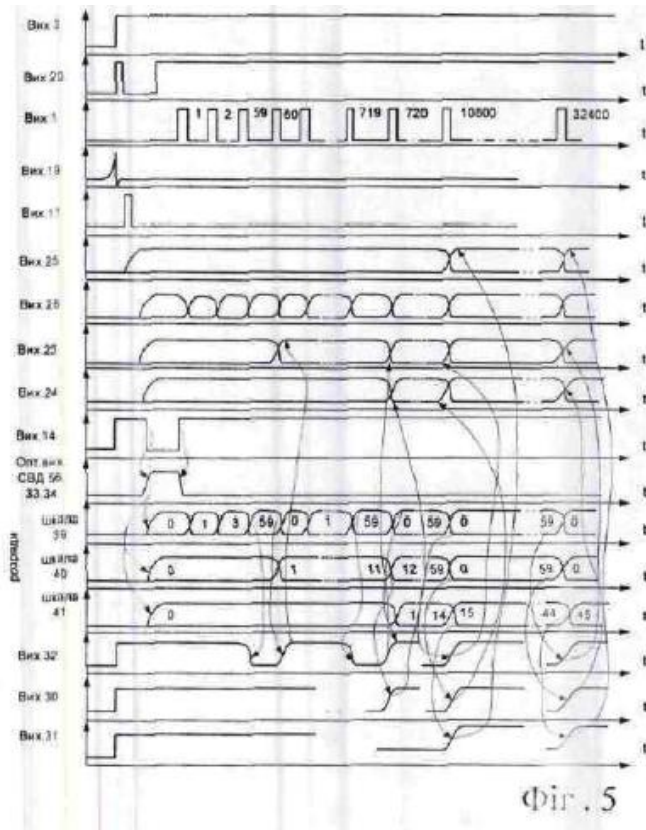


Фіг. 2





Фіг. 4



Фіг. 5

