

**The scope of multidetector computed tomography clinical application in the assessment of changes in coronary sinus in patients with chronic heart failure: results of own research**

**G.V. TSVIGUN, L.N. KROTOVA, S.G. ZIMA, ZH.E. KARPTSOVA**

**Summary.** Both venous and arterial beds in pathological cardiovascular condition are the subject of variety of morphological changes, albeit it is rarely studied. Data from few studies suggest that venous bed of the heart (VBII) plays key role in the development of congestive heart failure (CHF), that's why its evaluation is extremely important. VBII was studied in 20 patients by echocardiography in Doppler mode, and 45 people using 64-multidetector computed tomography of the chest cavity with a slice thickness of 0.625 mm. All patients were divided into 3 groups according to the stage of heart failure (IIA, IIB or III). We compared the VBII state in the control groups and groups with patients suffered from CHF, as well as groups according to the progression of the disease. We assessed parameters of the heart coronary sinus (CS). CS parameters have significant changes in the presence of CHF, depending on the stage of CHF. During examination of patients with CHF, VSS should be assessed thoroughly by all available methods.

**Keywords:** multidetector computed tomography, congestive heart failure, venous bed of the heart, coronary sinus.

**УДК 616.127-005.8:616.9:621.397**

**Порівняльний аналіз класичної та «морбідної» вибірок електрокардіограм у контексті епідеміологічного дослідження за допомогою телемедичної грід-технології**

**І.А. ЧАЙКОВСЬКИЙ, В.В. ВІШНЕВСЬКИЙ, В.Є. ВАСИЛЬЄВ,  
Ю.А. ФРОЛОВ, Л.А. КИЗУБ**

**Резюме:** Стаття присвячена порівняльному аналізу результатів Міннесотського кодування двох вибірок електрокардіограм, одна з яких сформована класичним способом, а інша – на основі звернення в медичні установи, тобто т.зв. морбідної вибірки. Обговорюються переваги телемедичної грід-технології для формування такої «морбідної» вибірки електрокардіограм. Запропонована методика для розрахунку коефіцієнта «електрокардіографічної патологічності» на основі даних Міннесотського кодування. Визначено, що співвідношення коефіцієнтів «електрокардіографічної патологічності» в дослідженіх вибірках було вищим від вікового коефіцієнта на 36% за рахунок вищого коефіцієнта «електрокардіографічної патологічності» у морбідній вибірці.

**Ключові слова:** епідеміологічні дослідження, електрокардіографія, телемедична грід-система, Міннесотське кодування.

Як відомо, епідеміологія – це наука про закономірності виникнення, поширення й шлях хвороб, що виявляють при інкуляційних дослідженнях. Епідеміологічні дані викликають зацікавленість у різних спільнотах, не тільки у медиків – клініцистів та організаторів охорони здоров'я, але й у медичній та фармакологічній індустрії, страхових компаніях і навіть у політичного керівництва держави, тому що дає можливість визначити розмір проблеми, яка стоїть перед суспільством у сенсі поширеності різних захворювань, кількісно оцінити ризик і зробити прогноз, а також проаналізувати на популяційному рівні ефективність різноманітних впливів (лікування, профілактичні заходи тощо) [1]. Ця наука сформувалася як розділ знань про інфекційні хвороби, розповсюдження яких часто приймало характер епідемії. Проте з середини минулого століття широке розповсюдження серцево-судинних захворювань (ССЗ) примусило говорити про їх спідсмію. З цього часу саме ССЗ є головним предметом досліджень в епідеміології, тим більше, що поширеність цих хвороб у зв'язку зі старінням населення та змінами способу життя все ще підвищується [2].

Серцево-судинна епідеміологія використовує декілька методів дослідження, одним з найважливіших з яких є слєсктрокардіографія (ЕКГ).

ЕКГ як один з методів, реалізованих в епідеміології, цокликана відповісти на низку питань залежно від дизайну дослідження. В умовах найпоширеніших поперечних (cross-sectional study) зрізів, якими і є описані в даній роботі дослідження, ЕКГ дає відповідь на питання:

- Які ЕКГ-феномени і з якою частотою реєструють в даному регіоні?
- Чи є вікові відмінності в їхньому превалюванні?
- Чи є статеві відмінності в частоті реєстрації тих або інших ЕКГ-стигм?

Інструментом аналізу ЕКГ в епідеміологічних дослідженнях є Міннесотський код (МК).

Основні положення МК були запроваджені в практику ЕКГ дослідження з 70-х років ХХ сторіччя [3]. Головна мета МК полягала у формалізації обробки морфології P-QRS-T комплексів для стандартних 12-канальних записів ЕКГ. На наш погляд, розробники цього коду спробували вирішити три глобальні завдання. По-перше, чітко окреслити необхідний набір часових, амплітудних та морфологічних параметрів, які повинні були вимірюти та зафіксувати шифрувальники ЕКГ в кожному із 12 стандартних відведень. По-друге, застосувати весь досвід практичної ЕКГ і сформулювати достатньо повний набір правил для оцінки відхилень від норми набору вимірюваних параметрів і кодування цих відхилень. І по-третє, проаналізувати сумісність кодів, побудувати їхню ієрархічність залежно від серйозності виявлених порушень, подолати багатозначність набору кодів.

Таким чином, МК дає можливим зіставляти дані багатьох епідеміологічних досліджень, проведених в різних регіонах та країнах.

Зрозуміло, що класичні епідеміологічні дослідження вимагають дуже значних матеріальних ресурсів. У той же час в базах даних закладів охорони здоров'я накопичується великий обсяг медичної інформації стосовно пацієнтів, які звертаються за медичною допомогою. Виникає питання, чи не можна досягти вирішення завдань, які стоять перед епідеміологічними дослідженнями, за допомогою цих даних, тобто шляхом аналізу т. зв. морбідних вибірок.

**Метою** даного дослідження є порівняльний аналіз результатів МК двох вибірок ЕКГ, одна з яких сформована класичним способом, а інша – на основі звернення в медичні установи.

### Матеріали та методи

Проект «Медгрід» (<http://medgrid.imtmsp.kiev.ua>) виконував авторський колектив протягом 2010–2013 рр. в рамках національної науково-технічної програми «Розвиток та впровадження грід-технологій в Україні». Зазначимо, що суть грід-технологій полягає в побудові середовища для колективних обчислень, що дає змогу використати під час розв'язання багатьох завдань безпрецедентно великі, географічно розподілені обчислювальні ресурси. Основою метою проекту «Медгрід» було створення діючого грід-застосування для накопичення та обробки цифрових ЕКГ в масштабах популяції населення України. Ми вважаємо цілком розумним використовувати ці великі масиви цифрової діагностичної інформації не тільки як національний реєстр ЕКГ, а й для популяційних досліджень на основі автоматизованого аналізу ЕКГ-стигм [4]. Слід зазначити, що цифрові ЕКГ у цьому дослідженні надходили з медичних установ та накопичувались на грід-сховищах у деперсоналізованому вигляді. Для порівняльного популяційного дослідження крім самої ЕКГ використовували лише інформацію про стать пацієнта, його вік та місцезнаходження за поштовим індексом. Опис основних Веб-сервісів порталу «Медгрід» можна знайти в «Українському журналі телемедицини та медичної телематики» [5].

Отримання ЕКГ з регіональних кардіодиспансерів для формування «морбідної» вибірки. Були проведені роботи з налаштування клієнтських транспортних модулів у Полтавському та Івано-Франківському кардіодиспансерах. Процедуру транспорту та парсингу даних у метабазі даних порталу «Медгрід» повністю виконували лікарі відповідних медичних установ.

На рис. 1 наведено скріншот адміністративної консолі порталу «Медгрід», з якої видно, що найбільшу активність виявили кардіологи Полтавських медичних установ.

Загалом, з Полтавської станції швидкої допомоги та Полтавського телемедичного центру кардіодиспансеру було отримано більше 6000 ЕКГ, які на цей час зберігаються на стореджах проекту «Медгрід» у деперсоніфікованому вигляді. За даними полтавських кардіологів, ці показники можуть бути збільшені в кілька разів, оскільки для пілотного дослідження вони намагалися надсилати найякісніші ЕКГ у форматі SCP-ECG.

Отже, підсистема транспорту та зберігання деперсоналізованої інформації проєкту «Медгрід» виявилась цілком дісздатною для збору даних пілотного популяційного дослідження.

Формування репрезентативної вибірки пілотного популяційного дослідження за даними Полтавського регіону здійснювали різними методами.

Ім'я	П'ютер	Електронна пошта	Організація	Медичний центр	Дії
Чайковский Илья Анатольевич	ilya.chaikovsky@gmail.com		Сотрудник организации	медицинского университета им. Богомольца Главный военный лечебный госпиталь МОН, Киев	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (44) 496 (0)
Фролов Юрий Александрович	aka.kyrand@gmail.com		Сотрудник организации	Институт проблем математики машин та систем НАН України	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (1) 4 (3)
Владимирский Антон Вячеславович	telemed@ukr.net		Сотрудник организации	Науково-технічний інститут Донецького медуніверситета	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (3) 75 (72)
Сивков Максим Юрьевич	maxim.sivkov@utasco.com		Сотрудник организации	Компанія ЮТАС	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (1) 711 (310)
Ткач Любомир Іванович	tly-amb@rambler.ru		Сотрудник организации	Полтавська стоматологічна медичний допомоги	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (3802) 3802 (1)
Демченко Максим Ігорович	max074@ukr.net		Сотрудник организации	Полтавський національний технічний університет імені Юрія Гагаріна	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (0) 0 (0)
Лахов Олександр Лигвинович	lat0220@ukr.net		Сотрудник организации	Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> (0) 0 (0)

Рис. 1. Консоль адміністратора порталу «Медгрід»  
з даними зареєстрованих користувачів

*Класичний підхід до формування репрезентативної вибірки.* Як відомо, популяційні дослідження та відповідні їм розрахунки проводять для т. зв. репрезентативної вибірки.

Репрезентативна вибірка – це така вибірка, в якій всі основні ознаки генеральної сукупності, з якої витягнута дана вибірка, представлені приблизно в тій же пропорції або з тією ж частотою, з якою дана ознака виступає в цій генеральній сукупності.

Для формування репрезентативної вибірки в нашому пілотному дослідженні були необхідні дані перепису населення, які дали змогу визначити кількість відповідного населення, зокрема Полтавського регіону. Сформований

еталон застосований до даних, які були накопичені в метабазі та накопичувачах ВО «Медірід» з витримуванням процентних співвідношень.

Зрозуміло, що такий підхід буде відображати генеральну сукупність населення, якщо на вході алгоритму буде значно більше даних, ніж потрібно для формування вибірки.

З досвіду соціологічних досліджень відомо, що репрезентативна вибірка для українського населення може коливатись від 700 до 1200 респондентів. Отже, для нашого пілотного дослідження ми спробували сформувати вибірку в 1000 пацієнтів з майже 6000 ЕКГ пацієнтів, що були надіслані з Полтавського регіону.

*Формування стандарту репрезентативної вибірки на основі перепису населення.* Для формування стандарту репрезентативної вибірки використовують стратифіковану вибірку як метод: вибірка, в якій генеральна сукупність розділена на часткові сукупності, які самі по собі повинні бути однорідними, а між собою різномірними. Використання стратифікованої вибірки обумовлено тим, що ми маємо справу з неоднорідною генеральною сукупністю. У даному дослідженні населення Полтавського регіону розділено на страти: міське та сільське, особи чоловічої і жіночої статі, вікові зрізи. Дані, якими оперували, були отримані за даними Державної служби статистики України і представлені в процентному відношенні (рис. 2). Аналогічно далі розраховані і для сільського населення Полтавського регіону.

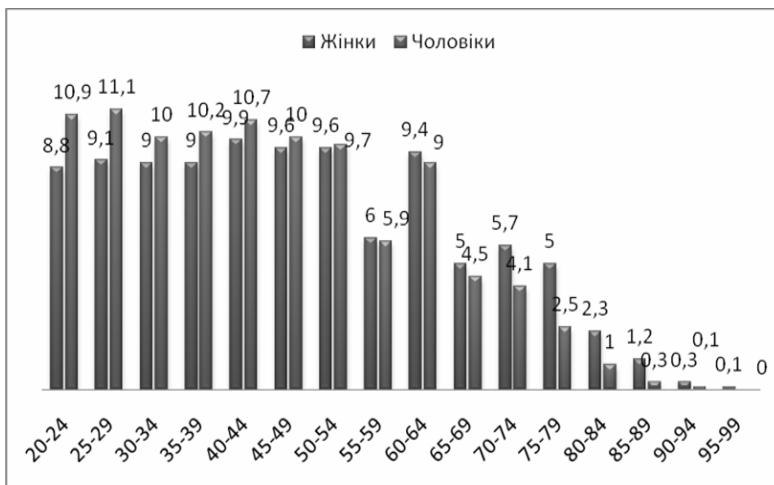


Рис. 2. Полтавський регіон. Міське населення. Дані перепису населення (%).

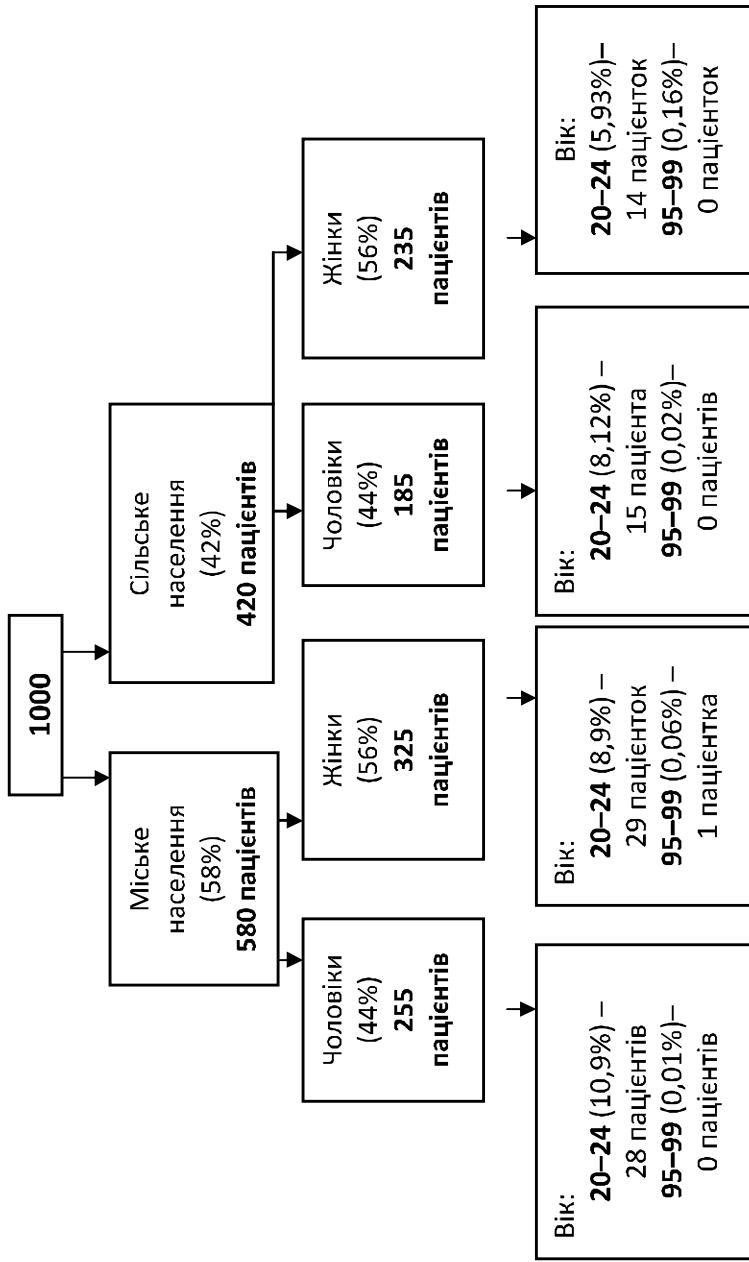


Рис. 3. Етапи вибірки пацієнтів.

Наступним етапом у роботі є формування вибірки пацієнтів у 1000 осіб (рис. 3). Використовуючи дані перепису населення, розподіляємо у процентному відношенні на класи (тип населення, стать, вік). До кожного класу потрібно відібрати таку ж кількість пацієнтів в процентному співвідношенні з бази «Медгрід», як визначено переписом населення.

Усі пацієнти бази MedGrid були розподілени на міське і сільське населення. Згідно з еталоном, міське населення становить 58 і 42%, тобто необхідно відібрати 580 і 420 пацієнтів відповідно. З кожної групи за переписом населення були виділені пацієнти жіночої і чоловічої статі. Потім пацієнти були поділені на вікові групи. Після того, як визначили кількість потрібних пацієнтів з регіону за віком і статтю, з бази вибирали пацієнтів з характерними їм ЕКГ.

Для формування вибірки у відповідній страті застосовували механічну вибірку.

Механічна вибірка полягає у відборі одиниць з генеральної сукупності через рівні проміжки з певного розташування їх у генеральній сукупності. У разі, якщо пацієнтів менше, ніж потрібно для дослідження, механічну вибірку не застосовують, для дослідження приймаються усі пацієнти певного віку.

У результаті спроби формування репрезентативної вибірки в 1000 осіб були отримані дагі, частина яких представлена на рис. 4. Як видно з рис. 4, нам не вдалося сформувати співвідношення лише для пацієнтів у вікових діапазонах з 20 до 29 років. Тому до нашої вибірки потрапили тільки 904

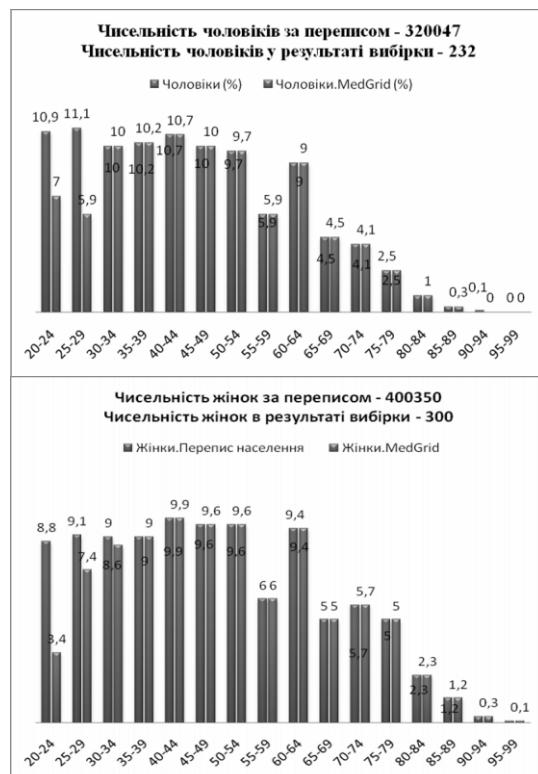


Рис. 4. Результат формування репрезентативна вибірки пацієнтів міського населення Полтавського регіону на основі бази MedGrid

пациєнти замість 1000.

*Принципи формування репрезентативної вибірки в рамках дослідження пілотного популяційного дослідження «Епідеміологія серцево-судинних захворювань в регіонах Російської Федерації (РФ)». З 2013 р. в РФ проводиться епідеміологічне дослідження в 12-ти регіонах цієї країни, що відрізняються за клімато-географічними, економічними та демографічними характеристиками [6]. Метою дослідження є вивчення епідеміології ССЗ та їх чинників ризику та розробка моделі профілю ризику ССЗ для населення РФ на основі традиційних чинників, а також вивчення вкладу традиційних і «нових» чинників серцево-судинного ризику в смертність населення РФ. У кожному з регіонів у дослідженні беруть участь від 1600 до 2000 осіб, відбраних випадковим чином, тобто кожний індивідуум має рівну можливість бути відібраним. Джерелом для формування вибірок були списки мешканців, прикріплених до поліклінік.*

### **Результати та їх обговорення**

МК надавало наступні переваги:

- 1) дає змогу абсолютно точно вимірювати амплітудно-часові характеристики сигналу, які і є вхідними параметрами для МК;
- 2) відсутність суб'єктивізму, який присутній при «ручному» кодуванні;
- 3) має 100% відтворювальності.

Особливістю даного пілотного дослідження було те, що досліджували дві вибірки:

- класичну епідеміологічну вибірку;
- особи, які звертаються в амбулаторну мережу практичної охорони здоров'я, тобто в більшості свідомо морбідні або мультиморбідні особи.

Звичайно порівняння таких вибірок не є простою задачею. Ми пропонуємо наступну методику вирішення цієї задачі. Добре відомо, що з віком у популяції нарощується число захворювань, що припадають на одну особу. Це явище настільки закономірне, що параметр «число захворювань» входить до більшості батарей тестів для інтегрального біологічного віку людини. Тобто, закономірно порахувати віковий коефіцієнт – співвідношення середнього віку в дослідженіх вибірках. Середній вік пацієнтів, досліджених в Полтавській області становить  $(48 \pm 7)$  років, учасників дослідження в Іванівській області –  $(50 \pm 5)$  років, тобто віковий коефіцієнт становить 0,96. Також, нами був визначений коефіцієнт аномальності вибірок. Він розраховується наступним чином. Всі коди, що входять до системи МК, поділяють на дві групи кодів: ті, що свідчать про незначні зміни (minor changes), та ті, що свідчать про значні патологічні зміни (major changes). Деякі ЕКГ можуть бути повністю нормальними (тобто п'яких патологічних кодів не виявлено). Виходячи з цього, кожна ЕКГ

характеризується наступним чином: при находженні коду з першої групи нараховується один бал, з другої групи – 2 бала, при відсутності жодних кодів – 0 балів. Всі бали підсумовували, потім розраховували середнє значення цього коефіцієнта у виборці. У виборці з Полтавської області середнє значення становило 1,3 балів, у виборці з Івановської області – 1 бал. Отже, співвідношення коефіцієнтів «ЕКГ-патологічності» в досліджених вибірках було 1,3, тобто вищим від вікового коефіцієнта на 36%. Ми вважаємо, що ця різниця обумовлена головним чином різними принципами формування вибірок. Вірогідно (35–40)% можуть слугувати поправочним коефіцієнтом, який тресба враховувати при скстраполяції результатів аналізу ЕКГ в «морбідній» виборці на всю популяцію.

Отримані результати підтверджують допільність організації спеціального епідеміологічного дослідження, присвяченого порівнянню ЕКГ-кодів, отриманих традиційним шляхом і на основі амбулаторного звернення з використанням грід-технології. Пациєнтів, які будуть включені у таке популяційне дослідження, необхідно додатково класифікувати та селектувати на основі допоміжної вхідної інформації, а саме – діагнозу з зазначенням гострого чи хронічного захворювання (у випадку хронічного захворювання – також його стадії, тобто ремісії чи загострення), а також безпосередньої причини реєстрації ЕКГ та, коли можливо, результату лікування захворювання, що викликало звернення за амбулаторною допомогою (знадобилася госпіталізація чи ні).

Деякі особливості розподілу ЕКГ кодів в «морбідній» виборці. Добре відомо, що з віком у популяції наростиє число захворювань, що припадає на одну особу. У зв'язку з цим розглянута вибірка, як і передбачалося, є асиметричною: перекіс у бік патології найбільш виражений у молодших (20–29 років) порівняно зі старшими (60 і більше років) віковими групами. Так, зокрема, у 100 жінок у віці 20–29 років з ті або інші зміни на ЕКГ. Причому, майже в 16,6% випадків реєстрували коди в кластері, що описують зубець Q, і патерн QS (1-1-1, 1-1-2, 1-1-4, 1-1-5, 1-2-1) у сукупності з кодом QRS 2-1. Такі зміни ЕКГ потребують індивідуального аналізу, оскільки можуть у своїй основі мати виражену патологію серця урожені/придбани пороки серця). Повного мірою це відноситься й до коду 6.5, що описує вкорочення інтервалу P-R.

Тенденції, загальні як для класичної епідеміологічної, так і для даної селективної, «морбідної» вибірки – перевага певних нозологій у різні вікові періоди. Вже вищезгадуваний укорочений інтервал P-R, як і інші представники синдрому перезбудженння (пресквітозу), реєструють частіше в осіб молодого віку. У зв'язку з ефектом диференційованої смертності (у цьому випадку – високого ризику аритмогенної смерті) індивідууми з такою патологією елімінують із сукупності вибірки. У той же час, ЕКГ змі-

ни, які характеризують такі патологічні процеси, як гіпертрофія лівого шлуночка серця, ішемічні/постінфарктні зміни, хронічні порушення ритму серця – фібриляція/тріпотіння передсердь – чітко нарощають у міру збільшення віку.

### **Висновки**

1. На сучасному етапі технічно можливо отримувати великий обсяг ЕКГ інформації за допомогою грід-технології, зберігати її і робити кодування згідно з Міннесотською класифікацією.
2. Співвідношення коефіцієнтів «ЕКГ-патологічності» в дослідженнях вибірках було вищим від вікового коефіцієнта на 36% за рахунок вищого коефіцієнта «ЕКГ-патологічності» у морбідній вибірці.
3. Аналіз даних, отриманих у вибірці пацієнтів Полтавської області України та Іванівської області РФ, показав необхідність проведення в одному і тому ж регіоні спеціального дослідження, присвяченого порівнянню ЕКГ, отриманих традиційним шляхом і на основі амбулаторного звернення з використанням грід-технології. Таке дослідження дасть можливість уточнити поправочний коефіцієнт для скстраполяції результатів аналізу ЕКГ в «морбідній» виборці на всю популяцію.
4. Використання автоматичного МК ЕКГ на основі грід-технології може бути імплементовано в епідеміологічні дослідження. З одного боку, це значно знизить вартість та трудомісткість процесу, а з іншого – допоможе уникнути помилок, пов'язаних з людським чинником.

### **Література**

1. Эпидемиологический мониторинг как инструмент планирования программ профилактики хронических неинфекционных заболеваний и их факторов риска / С. Шальнова [и др.] // Профилактическая медицина – 2012. – № 6. – С. 64–68.
2. Haveman-Nies A. Epidemiology in public health practice / A. Haveman-Nies, S. Jansen, J. Oers, P. van Peer. – Wageningen :Wageningen Academic Publisher, 2010. – P. 83–96
3. Prineas R. The Minnesota Code Manual of Electrocardiographic Findings: Standards and Procedures for Measurement and Classification / R. Prineas, R. Crow, Zhu-Ming Zhang. – Second Edition : Springer, 2010.
4. Медицинская ГРИД-система на базе электрокардиограм: новый инструмент для клинической кардиологии и популяционных исследований / В. Вишневский и др. // Кардиология: от науки к практике. – 2012. – № 2. – С. 68–75
5. Вишневский В.В. Грід-система для масового накоплення і обробки цифрових електрокардиограмм / В.В. Вишневский // Український журнал телемедицини та медичної телематики. – 2013. – Т. 11, № 1. – С. 202–208.

6. Шальнова С. Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний в различных регионах России (ЭССЕ-РФ). Обоснование и дизайн исследования / С. Шальнова // Профилактическая медицина. – 2013. – № 6. – С. 25–34.

**Сравнительный анализ классической и «морбидной» выборок  
электрокардиограмм в контексте эпидемиологического исследования  
с помощью телемедицинской грид-технологии**

**И.А. ЧАЙКОВСКИЙ, В.В. ВИШНЕВСКИЙ,  
В.Е. ВАСИЛЬЕВ, Ю.А. ФРОЛОВ, Л.Л. КИЗУБ**

**Резюме:** Статья посвящена сравнительному анализу результатов Миннесотского кодирования двух выборок электрокардиограмм, одна из которых сформирована классическим способом, а другая – на основе обращения в медицинские учреждения, то есть так называемой морбидной выборки. Обсуждаются преимущества телемедицинской грид-технологии для формирования такой «морбидной» выборки электрокардиограмм. Предложена методика для расчета коэффициента «электрокардиографической патологичности» на основе данных Миннесотского кодирования. Определено, что соотношение коэффициентов «электрокардиографической патологичности» в исследованных выборках было выше возрастного коэффициента на 36% за счет более высокого коэффициента «электрокардиографической патологичности» в морбидной выборке.

**Ключевые слова:** эпидемиологические исследования, электрокардиография, телемедицинская грид-система, Миннесотское кодирование

**Comparative analysis of classical and «morbid» samples of electrocardiograms  
in the context of epidemiological studies using telemedicine grid-technology**

**I.A. CHAIKOVSKY, V.V.VISHNEVSKYY,  
V.E WASLYEV, Y.A. FROLOV, L.A.KIZUB**

**Summary.** The article is devoted to a comparative analysis of the results of Minnesota coding of two samples of electrocardiograms, one of which formed in the classical way and the other based on appealability in medical institutions, i.e. so-called «morbid» sample. We discussed the benefits of telemedicine grid-technology to form this «morbid» sample of electrocardiograms. The method for the calculation of «electrocardiographic pathology» based on Minnesota coding is proposed. The correlation coefficients of «electrocardiographic pathology» in the samples investigated was higher than the age factor of 36%, due to the higher coefficient of «electrocardiographic pathology» in morbid samples.

**Keywords:** epidemiological studies, electrocardiography, telemedicine grid-system, Minnesota coding.