Національна Академія наук України
Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова

На правах рукопису

УДК 616.89-037:681.3

ХОШАБА Олександр Мирославович

СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПСИХІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ АВТОМАТИЗОВАННОЇ СИСТЕМИ AutoMed

05.13.02 - "Математичне моделювання в наукових дослідженнях"

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ - 1995

201:51 АВ 33.759

Дисертацією є рукопис

Робота виконана у Вінницьком
гова та Київському державн

ЛННБ України ім.В.Стефаника
00761310 (I)

Наукові керівники: докто
професор О.П. МІНЦЕР,
доктор медичних наук,
А.А. ГУНЬКО

Офіційні опоненти:
доктор технічних наук, професор А.П. АЛПАТОВ,
доктор біологічних наук, А.Б. КОТОВА

Провідна установа: Київський державний університет

Захист відбудеться "25" жовтня 1995 р. о 12 годині
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 01.39.05
у Інституті кібернетики імені В.М.Глушкова НАН України
за адресою: 252207 Київ, проспект Академіка Глушкова, 40

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічному архіві інституту

Автореферат розіслано "25" Вересня 1995 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат біологічних наук Л.М.КОЗАК

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

Актуальність теми. В теперішній час проблема якісного проведення епідеміологічних досліджень в різних галузях медицини стає все більш важливою і актуальною в зв'язку з необхідністю оптимального розподілення матеріальних та людських ресурсів, прийняттям профілактичних заходів при загрозливих прогнозах розвитку розповсюдження захворювань, відокремленням математично обгрунтованних "загрозливих" районів. Широке впровадження математичних методів моделювання (М.М.Амосов, Ю.Г.Антомонов, О.П.Мінцер, О.Б.Котова, А.О.Попов та інш.) сприяють розробкам у цій галузі. Проте, існуючий на сьогодні, та широко застосовуючий на практиці, багатомірний статистичний аналіз (кластерний аналіз і т.п.) не забезпечує необхідної якості обробки епідеміологічного матеріалу в наслідок відсутності спеціальних механізмів обробки часових характеристик вивчаємого процесу для динамічних та тимчасових рядів. Побудова стандартизованної матриці даних приводить до втрати деякої важливої частини інформації. В зв'язку з цим, виникає потреба в необхідності пошуку інших математичних методів та їх оптимальних комбінацій з визначенням критеріїв, які сприяють виявленню індивідуальних, специфічних властивостей з класифікаційними можливостями, враховуючих насамперед тимчасові особливості розвитку поширення процесу. Підбір адекватних математичних функцій, поліномів n-го степеня, цифрових фільтрів і гармонійного аналізу відповідає даним вимогам.

Ступінь досліджуваності теми. До теперішнього часу епідеміологічні дослідження, в основному, складалися зі збіру статистичних показників по захворюванності даного міста, району, області. В деяких випадках для визначення загрозливих територій застосовувались методи з визначенням показників середнього математичного і дисперсії для обчислення порогів прийняття рішень по виділенню загрозливих зон. В той же час, методів, спрямованих на багаторічне дослідження територій з елементами порівняльного аналізу класифікацій динамічних рядів, практично не існує. Розв'язування цієї проблеми потребує на-

самперед розробки концептуальних основ даного процесу, перегляду та модифікації методик дослідження і формування властивостей застосування різних математичних методів та їх комбінацій, подальшої розробки математичних методів аналізу і моделювання інформаційних масивів, розробки спеціальних програмно-технічних комплексів, націлених на вирішення данної проблеми, що саме є змістом даної роботи.

Мета роботи: синтез математичних моделей та дослідження динаміки розповсюдження психічних захворювань непсихотичного характеру.

Для досягнення мети необхідно розв'язати такі задачі:

- провести епідеміологічне дослідження психічних захворювань непсихотичного характеру з визначенням та класифікацією районів з однаковою динамікою розповсюдження патологічного процесу у часі на протязі 20 років;

- на основі дослідного матеріалу дослідити адекватність та роботу математичних функцій, поліномів n-го степеня, цифрових фільтрів, гармонійного аналізу (ряду Фур'є), а також визначити оптимальну комбінацію математичних методів, найкращим чином розподіляючих райони на групи;

- розробити та спроектувати структуру автоматизованої системи (АС), яка реалізує вірогідні, детермінові та змішані методи дослідження. Провести докладний аналіз дослідного матеріалу з використанням АС.

Використані методи. В роботі використані математичні методи обробки і моделювання результатів об'єкту дослідження, графічні методи аналізу, методи проблемної орієнтації програмного забезпечення та побудови АС.

Об'єкт та предмет дослідження: об'єкт дослідження - показники хворобливості непсихотичними психічними розладами дорослого та підліткового (з 15-тирічного віку) населення Вінницької області за 20

років; предмет - математичні моделі і засоби дослідження динаміки розповсюдження психічних захворювань.

Наукова новизна роботи:

- вивчені закономірності динаміки розповсюдження психічних захворювань непсихотичного характеру на протязі 20 років з використанням цифрових фільтрів;

- визначені комбінації математичних методів, найкращим чином розподіляючих райони на класи;

- показана порівняльна оцінка та ефективність використання математичних функцій, поліномів n-го степеня, цифрових фільтрів, ряду Фур'є для аналізу об'єкта дослідження, класифікації розвинутих у часі процесів та прогнозуванні;

- синтезовані 26 математичних моделей динаміки розповсюдження психічних захворювань непсихотичного характеру відповідно до 26 адміністративних територій Вінницької області;

- розроблена АС, реалізуюча вірогідні, детерміновані та змішані методи дослідження.

Положення, які виносяться на захист:

- комбіноване використання математичних функцій для опису регулярної складаючої з регулярної складаючої з накладанням ряду Фур'є, обробленого цифровим фільтром, має найкращі розподільні властивості при класифікації динамічних та тимчасових рядів, що використовуються при вивчені сезонних коливань;

- логічне проектування, яке є зв'язуючою ланкою між постановою завдання і фізичним проектуванням БД, є необхідним етапом побудови АС;

- комбіноване використання мережового та індексованого доступу до записів забезпечує максимальну гнучкість конструкцій БД;

- використання розробленної методики дозволяє оптимальним способом групувати території по розповсюдженості патології і додатко-

во визначає на вивчаємому матеріалі несприятливі райони по рівню динаміки хворобливості психічних захворювань.

Особливий внесок автора у розробку наукових результатів, які виносяться на захист, полягає у тому, що розроблені:

- адекватна структура статистичної моделі динамічного ряду;
- програмне забезпечення синтезу статистичних моделей;
- 26 математичних моделей розповсюдження психічних захворювань відповідно адміністративно-територіальному розподіленню Вінницької області;
- технологія конструювання АС і створення АС AutoMed.

В публікаціях, які написані у співавторстві, дисертантові належать: в роботах [1-8, 10, 11, 13] - всі математичні моделі і методи статистичного аналізу; [9, 12, 14, 15] - всі результати з питань алгоритмів, програмових продуктів; методів побудови АС AutoMed, які знайшли своє відображення у змісті дисертаційної роботи.

Теоретичне значення роботи полягає в тому, що запропонована структура статистичних моделей придатна для аналізу будь-яких динамічних та тимчасових рядів; технологія синтезу статистичних моделей є достатньо універсальною; технологія конструювання АС AutoMed інваріантна запропанованій предметної області дослідження.

Практичне значення роботи полягає у використанні математичних методів модельних розподілень в епідеміологічних дослідженнях різних захворювань і застосуванні розроблених комп'ютерних систем в наукових дослідженнях.

Рівень реалізації та впровадження результатів роботи. АС AutoMed впроваджена в Вінницькій обласній лікарні №2. За допомогою розроблених математичних методів та АС на базі лікарні вивчались: прогнозування темпів прогредієнтності наркологічних захворювань, вплив зовнішніх факторів на динаміку надходжень хворих до стаціонару, питання впровадження комп'ютерних технологій в лікарню. Практичні рекомендації, які знаходять своє відображення у дисерта-

ційній роботі використовувались: у діагностиці несприятливих станів людей, які працювали на Чорнобильській АЕС (Вінницький імунологічний центр); при прогнозуванні розвитку тяжких станів ларинготрахеїту у дітей (кафедра дитячих інфекційних хвороб Вінницького медичного університету); для визначення впливу факторів ризику виникнення рецидивів туберкульозу легенів та їх порівняльна оцінка в прогнозуванні між лікарями і одномірними математичними методами (Вінницький противотуберкульозний диспансер); для вивчення ефективності роботи деяких методик в діагностиці та лікуванні ожиріння (Вінницький ендокринологічний диспансер); при застосуванні коп'ютерних технологій в процесі формування медичних кадрів та визначення нових підходів до вивчення етичних питань лікування (кафедра соціальної гігієни та управління охороною здоров'я Вінницького медичного університету). За результатами роботи видано два інформаційних листа.

Апробація роботи. Матеріали дисертації доповідались на підсумкових наукових медико-технічних конференціях (Вінниця. 1992-1995), республіканській науковій конференції "Застосування комп'ютерної техніки в учбовому процесі медичних ВУЗів" (Дніпропетровськ, 1991), науково-практичній конференції "Суспільні науки в медичному ВУЗі: історія і сучасні проблеми" (Київ, 1991), науково-практичній конференції "Питання екологічної психіатрії" (Вінниця, 1995).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 15 робіт, в тому числі, два інформаційних листа.

Структура та об'єм дисертації. Дисертація складається із вступу, огляду літератури, трьох глав власних досліджень, заключення, висновків і покажчика літератури. Робота викладена на 132 сторінках машинописного тексту (без бібліографії), включає 8 таблиць, 12 малюнків. Покажчик літератури містить 271 публікації.

Зміст роботи

У ПЕРШОМУ РОЗДІЛІ проведено критичний аналіз самої проблеми використання математичних методів в медико-біологічних дос-

лідженнях, розглянуті автоматизовані системи прогнозування та прийняття рішень, сучасні технології та перспективні направлення побудови автоматизованих систем.

Аналіз змісту інформації за науковими галузями дозволяє висунути такі твердження:

- Актуальними є питання розробки математичних методів та АС по епідеміологічним дослідженням, діагностики захворювань та невідкладних станів, прийняття рішень, основаних на статистичному аналізі або математичному моделюванні. В цей же час, існують труднощі в сфері створення програмованих і технічних реалізацій.

- Використання засобів обчислювальної техніки дозволяє впроваджувати передові технології та застосовувати їх для моделювання різноманітних процесів, досліджувати динамічно складні системи, що сприяють розвитку медицини та охорони здоров'я. Велика увага приділяється побудові АС, які застосовують мультімедіа-технології.

- В останній час зросла кількість робіт, присвячених вивченню патологічних процесів у часі, і епідеміологічні дослідження, які використовували методи динамічних та тимчасових рядів. Водночас, доля описаної статистики в даній галузі досить ще висока і в більшості робіт не застосовувались математичні методи, котрі дозволили поглибити дослідження та отримати корисні результати.

- У зв'язку з поширеним впровадженням математичних методів виникає велика імовірність виникнення помилок, яка сприяє невірній інтерпретації результатів дослідження.

- Велике значення має комбіноване застосування методів непараметричної статистики та багатомірного статистичного апарату. Однак, не до кінця пророблені питання взаємодій двох розділів математичної статистики (для непараметричної статистики - кореляційні методи, для багатомірного статистичного апарату - дисперсійний аналіз) ведуть до невірних результатів.

- Важливими є питання створення АС, маючих широкий спектр дій та спрямованих, насамперед, на статистичну обробку експериментальних даних і моделювання медико-біологічних процесів. Питома вага АС, які використовуються безпосередньо в системі охорони здоров'я, є достатньо високою.

- При побудові крупних АС найбільш загальними помилками є відсутність необхідних знань технологій у проектувальників і користувачів, існування думки тільки про єдину програмну розробку, ігнорування підбіром оптимальних моделей АС та питань технічного та організаційного проектування.

В ДРУГОМУ РОЗДІЛІ розглянуто коло питань, які дозволяють концептуально подати і окреслити проблему, якій присвячена дана робота. Під концепцією проблеми будемо розуміти інформаційно-стуктурні моделі для аналізу об'єкта моделювання та прогнозування, яка дозволяла сприяти на неї дією експериментів і одержувати необхідну та достатню інформацію. Для проведення досліджень мали необхідний набір методів, методик, прийомів аналізу та прогнозування, які застосовувались при вивчені моделі. Використання методів прогнозованої екстраполяції дозволяло більш повно вивчити об'єкт дослідження в наслідок відокремлення регулярної складаючої, здійснити підбір екстраполюючої функції після попередньої обробки первісної інформації. Підбір екстраполюючої функції в даному дослідженні здійснювався, виходячи з адекватної моделі регулярної складаючої, яка була представлена як математичними (основними рівняннями лінійної, степеневої, показникової, логарифмичної та параболичної) функціями, так і поліномами n-ого степеня. При цьому підборі суттєвий вплив мали спосіб обробки первісного матеріалу в застосування методів зниження випадкових флуктуацій. Детальний аналіз об'єкту на даному етапі дозволяв вирішити інші важливі задачі: групіровку об'єктів розвитку процесів, проведення статистичного моделювання, визначення критеріїв розрізнення вивчаємих об'єктів.

Розглядання важливих процедур первісної обробки даних - згладжування і вирівнювання виявили актуальність застосування методів вирівнювання у випадку більш зручного показу початкового ряду, добрій мінімізації випадкових відхилень точок експериментальних значень від деякої кривої передбаченого тренду, і в той же час збереження загальної тенденції розвитку процесу. До одного з найбільш ефективних методів вирівнювання часового ряду чи будь-якої іншої залежності по осі ординат відносились цифрові фільтри (Р.В.Хемминг, 1980). На думку деяких авторів (Ю.С.Данилюк, Б.С.Грига, 1979, 1982) найбільш ефективними та простими в реалізації є цифрові фільтри:

$$y_i = 0{,}5*[x_i + 0{,}5*(x_{i-1} + x_{i+1})]; \qquad [1]$$

$$y_i = \frac{1}{4}x_i + \frac{3}{16}(x_{i-1} + x_{i+1}) + \frac{1}{8}(x_{i-2} + x_{i+2}) + \frac{1}{16}(x_{i-3} + x_{i+3}); \qquad [2]$$

$$y_i = \frac{5}{32}x_i + \frac{1}{8}(x_{i-1} + x_{i+1}) + \frac{7}{64}(x_{i-2} + x_{i+2}) + \frac{3}{32}(x_{i-3} + x_{i+3}) + \frac{3}{64}(x_{i-4} + x_{i+4}) + \frac{1}{32}(x_{i-5} + x_{i+5}) + \frac{1}{64}(x_{i-6} + x_{i+6}); \qquad [3]$$

Використані цифрові фільтри задовольняли вимогам рівності математичного очікування первісних даних.

Для кінцевого вибору виду фукцій при статистичному моделюванні та прогнозуванні і вивченні первиних даних необхідно було вирішити ряд питань проходження і фізичної суттєвості досліджуваного процесу. В цьому випадку, в галузі екстраполяції найбільш частіше застосовуються 10 математичних функцій (С.А.Саркисян, 1977; В.П.Дьяконов, 1986; М.В.Славин, 1989; В.В.Шураков и соавт., 1990):

1) функція лінійного наближення

$$y = b_0 + b_1 x \qquad [4]$$

де

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i * \sum_{i=1}^{N} y_i - N * \sum_{i=1}^{N} x_i y_i}{\left[\sum_{i=1}^{N} x_i\right]^2 - N * \sum_{i=1}^{N} x_i^2};$$

$$b_0 = \frac{1}{N} * \left[\sum_{i=1}^{N} y_i - b_1 * \sum_{i=1}^{N} x_i\right].$$

2) функція гіперболічного наближення

$$y = b_0 + b_1 / x \qquad [5]$$

де коефіцієнти b_0 і b_1 розв'зувалися з системи рівнянь:

$$\begin{cases} b_0 * N + b_1 * \sum_{i=1}^{N} 1/x_i = \sum_{i=1}^{N} y_i \\ b_0 * \sum_{i=1}^{N} 1/x_i + b_1 * \sum_{i=1}^{N} 1/x_i^2 = \sum_{i=1}^{N} y_i/x_i \end{cases}$$

3) функція степеневого наближення

$$y = b_0 + x^{b_1} \qquad [6]$$

де

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^{N} \ln x_i * \sum_{i=1}^{N} \ln y_i - N * \sum_{i=1}^{N} \ln x_i \ln y_i}{\left[\sum_{i=1}^{N} \ln x_i\right]^2 - N * \sum_{i=1}^{N} (\ln x_i)^2};$$

$$b_0 = \exp\left[\frac{1}{N} * \left(\sum_{i=1}^{N} \ln y_i - b_1 * \sum_{i=1}^{N} \ln x_i\right)\right].$$

4) функція показникового наближения

$$y = 10^{b_0 + b_1 x} \qquad [7]$$

де коефіцієнти b_0 і b_1 розв'зувалися з системи рівнянь:

$$\begin{cases} b_0 * N + b_1 * \sum_{i=1}^{N} x_i = \sum_{i=1}^{N} \lg y_i \\ b_0 * \sum_{i=1}^{N} x_i + b_1 * \sum_{i=1}^{N} x_i^2 = \sum_{i=1}^{N} (x_i \lg y_i) \end{cases}$$

5) функція показникового наближення

$$y = \exp(b_0 + b_1 x) \qquad [8]$$

де коефіцієнти b_0 і b_1 розв'зувалися з системи рівнянь:

$$\begin{cases} b_0 * N + b_1 * \sum_{i=1}^{N} x_i = \sum_{i=1}^{N} \ln y_i \\ b_0 * \sum_{i=1}^{N} x_i + b_1 * \sum_{i=1}^{N} x_i^2 = \sum_{i=1}^{N} (x_i \ln y_i) \end{cases}$$

6) функція експоненційного наближення

$$y = b_0 * \exp(b_1 x) \qquad [9]$$

де

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i * \sum_{i=1}^{N} \ln y_i - N * \sum_{i=1}^{N} x_i \ln y_i}{\left[\sum_{i=1}^{N} x_i\right]^2 - N * \sum_{i=1}^{N} x_i^2};$$

$$b_0 = \exp\left[\frac{1}{N} * \left(\sum_{i=1}^{N} \ln y_i - b_1 * \sum_{i=1}^{N} x_i\right)\right].$$

7) функція показникового наближення

$$y = b_0 * b_1^x \qquad [10]$$

де коефіцієнти b_0 и b_1 розв'зувалися з системи рівнянь:

$$\begin{cases} \lg b_0 * N + \lg b_1 * \sum_{i=1}^{N} x_i = \sum_{i=1}^{N} \lg y_i \\ \lg b_0 * \sum_{i=1}^{N} x_i + \lg b_1 * \sum_{i=1}^{N} x_i^2 = \sum_{i=1}^{N} (x_i \lg y_i) \end{cases}$$

8) функція логаріфмічного наближення

$$y = b_0 + b_1 * \lg x \qquad [11]$$

де коефіцієнти b_0 і b_1 розв'зувалися з системи рівнянь:

$$\begin{cases} b_0 * N + b_1 * \sum_{i=1}^{N} \lg x_i = \sum_{i=1}^{N} y_i \\ b_0 * \sum_{i=1}^{N} \lg x_i + b_1 * \sum_{i=1}^{N} (\lg x_i)^2 = \sum_{i=1}^{N} (y_i \lg x_i) \end{cases}$$

9) функція логаріфмічного наближення

$$y = b_0 + b_1 * \ln x \qquad [12]$$

де коефіцієнти b_0 і b_1 розв'зувалися з системи рівнянь:

$$\begin{cases} b_0 * N + b_1 * \sum_{i=1}^{N} \ln x_i = \sum_{i=1}^{N} y_i \\ b_0 * \sum_{i=1}^{N} \ln x_i + b_1 * \sum_{i=1}^{N} (\ln x_i)^2 = \sum_{i=1}^{N} (y_i \ln x_i) \end{cases}$$

10) функція параболічного наближения

$$y = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 \qquad [13]$$

де коефіцієнти b_0, b_1 і b_2 розв'зувалися з системи рівнянь:

$$\begin{cases} b_0 * N + b_1 * \sum_{i=1}^{N} x_i + b_2 * \sum_{i=1}^{N} x_i^2 = \sum_{i=1}^{N} y_i \\ b_0 * \sum_{i=1}^{N} x_i + b_1 * \sum_{i=1}^{N} x_i^2 + b_2 * \sum_{i=1}^{N} x_i^3 = \sum_{i=1}^{N} x_i y_i \\ b_0 * \sum_{i=1}^{N} x_i^2 + b_1 * \sum_{i=1}^{N} x_i^3 + b_2 * \sum_{i=1}^{N} x_i^4 = \sum_{i=1}^{N} x_i^2 y_i \end{cases}$$

При використанні даних математичних функцій отримували оцінку адекватності одержаної функції за допомогою величин остаточної дисперсії (S_u^2) та середньої відносної помилки апроксимації ($\overline{\delta u}$):

$$S_u^2 = \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^{N} (x_i - \bar{x})^2; \qquad [14]$$

$$\delta_{u_i} = \frac{|x_i - \bar{x}|}{x_i}; \qquad [15]$$

$$\overline{\delta_u} = \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^{N} \frac{|x_i - \bar{x}|}{x_i} = \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^{N} \delta_{u_i}; \qquad [16]$$

При цьому кращі апроксимаційні властивості мала функція, якій відносили найменші значення цих показників. Для підвищення точності апроксимуючої функції застосовували гармонійний аналіз (ряд Фур'є) число гармонік якого дорівнювало 4:

$$v_t = \sum_{i=1}^{N} \alpha_i * Cosw_i t + \sum_{i=1}^{N} \beta_i * Sinw_i t, \qquad [17]$$

Оцінки параметрів α_i і β_i моделі визначались з виразу:

$$\overline{\alpha_i} = \begin{cases} \frac{2}{T} * \sum_{i=1}^{T} v_t * Cosw_i t^{(*1)} \\ \frac{1}{T} * \sum_{i=1}^{T} v_t * Cosw_i t^{(*2)} \end{cases}$$

$$\overline{\beta_i} = \begin{cases} \frac{2}{T} * \sum_{i=1}^{T} v_t * Sinw_i t^{(*1)} \\ \frac{1}{T} * \sum_{i=1}^{T} v_t * Sinw_i t^{(*2)} \end{cases}$$

де n - максимально припустиме число гармонік, яке дорівнювало 4;

$w_i = \frac{2\pi i}{T}$ - углова частота і-ої гармоніки (i=1,2,...,m);

*1 - для i = 1,2,...,n-1;

*2 - для i = 0,n.

В даному дослідженні поряд з математичними функціями для визначення розподільних властивостей дослідного матеріалу застосовувались поліноми n-го ступеня:

$$P_m(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + ... + a_m t^m, \qquad [18]$$

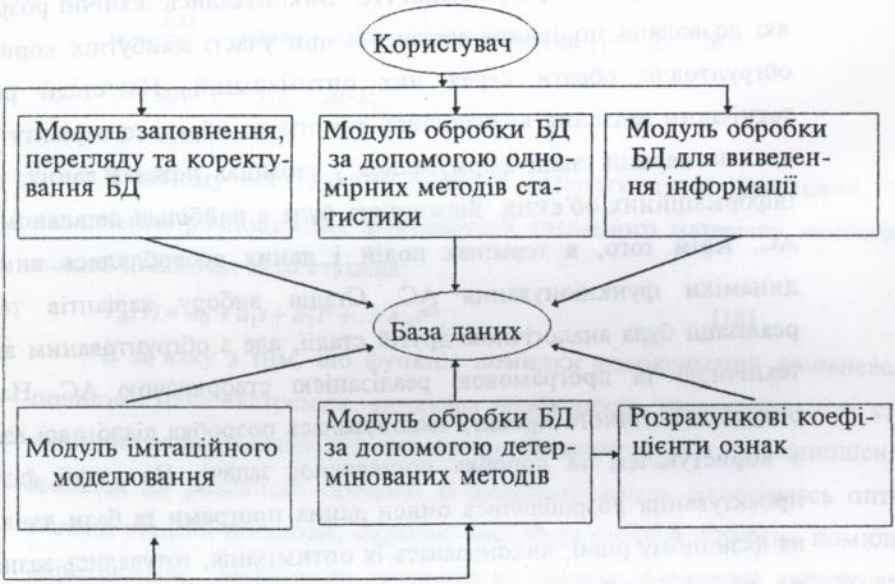
В зв'язку з тим, що функція помилки апроксимацій степеневого полінома мала екстремум, виникала необхідність використовувати статистичне моделювання для визначення максимального співвідношення моделей до реального процесу. В результаті цього визначилась оптимальна степінь полінома, оцінкою якої була середня відносна помилка апроксимації. Застосовані математичні методи зниження випадкових флуктуацій для наближення моделі до реального процесу здійснювали вплив, як на показник оптимального степеня полінома, так і на оцінку співвідношення адекватності моделі.

В ТРЕТЬОМУ РОЗДІЛІ подано комплекс теоретичних і практичних методів побудови АС, розробок створення програмованих модулів і інтерфейсу користувача, за допомогою яких можливо стало впроваджувати математичні методи та здійсніти даний обсяг робіт. В технології проектування АС умовно виділялись типовий технологічний процес та

методичне забезпечення. Типовий технологічний процес який включав сім стадій і складався із декількох етапів. На стадії допроектних обстежень визначались основні вимоги до АС, вивчались існуючі системи обробки інформації, здійснючи разом з користувачами логічний опис у термінах потоків даних, задач та інформаційних об'єктів. Визначались логічні межі систем, зовнішніх об'єктів і функцій користувачів. На стадії вибору варіанту автоматизації шляхом впорядкування вимог по важливості обирались різні їх підмножини і складався опис декількох варіантів розробленої АС. Виконувались технічні розрахунки, які дозволяли порівняти варіанти і при участі майбутніх користувачів обгрунтовно обрати серед них оптимальний. На стадії розробки технічного завдання визначились вимоги до обраного варіанту АС, які як і на першій стадії формувались у термінах потоків даних, задач та інформаційних об'єктів. Відмінність була в найбільш детальному описі АС. Крім того, в термінах подій і даних розроблялись вимоги до динаміки функціонування АС. Стадія вибору варіантів технічної реалізації була аналогічною другій стадії, але з обгрунтованим вибором технічною та програмовою реалізацією створюючою АС. На стадії розробки логічного проекту виконувалась розробка діалогової взаємодії з користувачем та доробка поставленої задачі. На стадії фізичного проектування розроблялись описи даних програми та бази даних (БД) на фізичному рівні, виконувалась їх оптимізація, готувались зазначення по генерації БД та розробці програмового забезпечення стосовно до вибраного середовища реалізації. Послідовність виконання технологічних стадій та етапів, склад розроблених на них проектних документів та застосування методик були регламентовані документами на АС (ГОСТ 32.201-89, ГОСТ 34.602-89, РД-50-682-89, РД-50-680-88, ГОСТ 34.601-90, ГОСТ 34.40190, РД-50-698-90, ГОСТ 34.003-90, РД-50-34.119-90), що значно спрощувало управління побудови проекту та сприяло якості проведення робіт.

Проведений порівняльний аналіз технічних та програмових характеристик створення АС, який дав можливість доцільно зробити вибір на тип комп'ютера (IBM PC AT), операційну систему (MS DOS) і мову програмування (мова високого рівня Сі), внаслідок широкої розповсюдженості та надійності.

В результаті проведених проектних робіт та порівняльного аналізу вибору технічних і програмових засобів була розроблена АС AutoMed, структурна схема якої показана на мал. 1.



Мал. 1. Структурна схема автоматизованої системи AutoMed.

На мал. 1 представлена загальна структура АС AutoMed, яка вміщує основні модулі по обробці імовірної та детермінової інформації. В деяких випадках, відкритість системи за допомогою програмових бібліотек на мові Сі забезпечує можливість дослідника-професіоналу впроваджувати і стежити за роботою комбінованих математичних методів. Модуль обробки БД за допомогою одномірних методів дослідження складається з Байєсоподібних математичних інструментів та

патометричного алгоритму. В свою чергу, до важливих характеристик патометричного алгоритму відносились визначення пата та інформативності, обчислення межі кількісної ознаки за допомогою модифікованого методу Колмогорова-Смірнова, експериментальне та табличне визначення помилок першого та другого роду. Водночас, деякі методи вимагали доповнень та перегляду. Так, додаткова поправка пата та інформативності була необхідна при їх розрахунку в зв'язку з некоректною роботою метода з нульовими частостями. Це виявлялось в зростанні помилок та невірній інтерпритації результатів досліджень. При спрощені та доробці методу "спітканих частостей" модуля імітаційного моделювання в багатьох випадках здійснювалось зниження помилок в середньому на 10% і вело до зміни співвідношень загрозливих і перестраховочних помилок.

Модуль обробки БД за допомогою детермінованих методів дослідження переважно складався з математичних методів обробки динамічних та тимчасових рядів, що знайшло своє відображення в дисертаційній роботі (мал. 2).

На мал. 2 представлені етапи та можливі шляхи обробки вхідних даних (дослідного матеріалу). Так, вивчаємий матеріал оброблявся за допомогою поліномів n-го степеня [18], математичних функцій [4-14], здійснювався оптимальний підбір степеня поліному і періоду для ряду Фур'є. По даній схемі досліджувався як первиний статистичний матеріал, так і вхідні дані, оброблені за допомогою цифрових фільтрів [1-3]. Вивчались ефективність математичних методів та їх комбінацій при апроксимації та розподільні властивості дослідного матеріалу.

Модуль заповнення, перегляду та коректування БД, модуль обробки БД для виводу інформації, а також інші функції (імпортно-експортні функції, слідкування за цілісністю БД, ініціалізація БД та інш.) уявляли собою утіліти системи управління базою даних (СУБД) db_Vista.

Мал. 2. Схема обробки інформації модуля аналіза динамічних рядів.

Крім того, СУБД db_Vist'и виконувала важливі функції побудови АС - логічне і фізичне проектування. Вірне застосування методів логічного та фізичного проектування БД дозволяє більш оптимально використовувати ресурси обчислювальних засобів (оперативної пам'яті, дискового простіру і т.і.).

При створенні АС велика увага зверталась на інтерфейс користувача. Від цього важливого елементу залежить не тільки конкурентна спроможність продукту в наслідок взаємодії з користувачем (діалогові меню, вікна та т.і.), але і швидкість реагування на різні запити та нестандартні випадки. При цьому, фактор часу також є визначаючим, так як повідомлення в пошуках виконавчого модуля може пройти дуже довгий шлях по дереву відображаємих об'єктів інтерфейсу. В зв'язку з цим, при проектуванні програмового інтерфейсу приходилося приді-

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

ляти особливу увагу схемі обробці подій для того, щоб не зробити програмовий засіб повільним в виконанні. В даному випадку передбачалось можливість взаємодії програмових об'єктів між собою за допомогою механізму команд та повідомлень. В розробленій програмі будь-який об'єкт міг надіслати іншому відображаємому об'єкту повідомлення, яке оброблялось по стандартній схемі з тою різницею, що об'єкт-отримувач роздивлявся як вершина дерева відображених об'єктів. На даному основному принципі був заснований механіз команд, котрий інтенсивно використався класами Turbo Vision, які створювали органи управління: меню, строки стану, кнопки, смуги прокрутки і т.і.

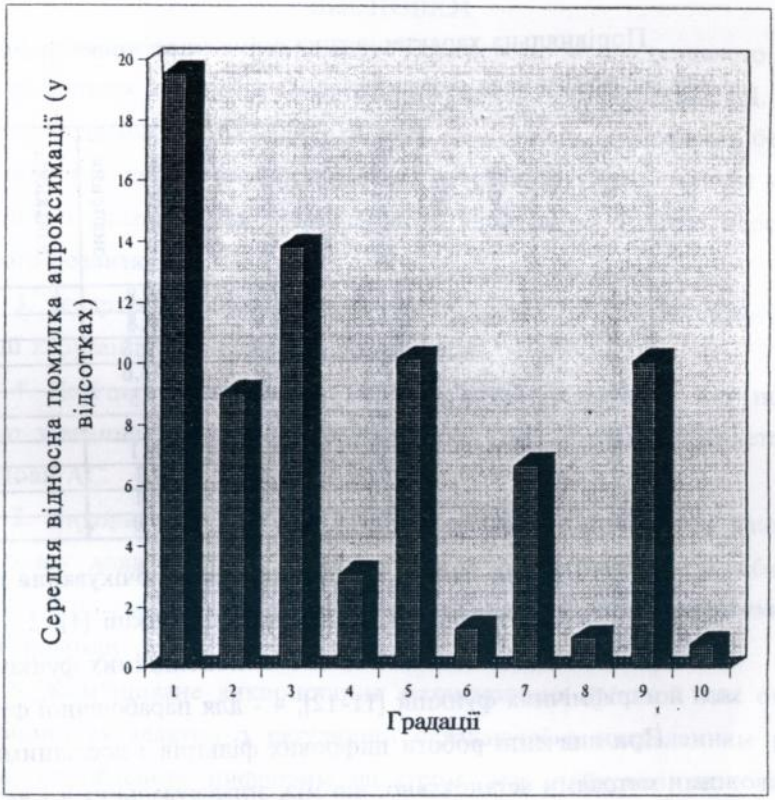
В ЧЕТВЕРТОМУ РОЗДІЛІ викладені результати практичного застосування математичних методів статистичного моделювання та роботи автоматизованної системи над дослідним матеріалом.

За допомогою реалізованих математичних методів в АС AutoMed вдалось одержати результати досліджень показників хворобливості непсихотичних розладів психічних захворювань по Вінницкій області на протязі 20 років. Нами були зроблені розрахунки, націлені на перевірку гіпотези про нормальний розподіл випадкових величин за допомогою асиметрії та ексцесу, використовуючи емпірічні асиметрії та ексцесу. Суттєвість цих характеристик була оцінена по їх середнім квадратичним відхиленням. Гіпотеза про нормальне розподілення випадкових величин приймалась відносно 15 з 26 адміністративних територій, тобто у більшості районів спостерігався "дзвоноподібний" розвиток розповсюдженості психічних захворювань непсихотичного характеру. В цілому, результати аналізу показників хворобливості по Вінницькій області співпадають з даними статистичної звітності, які свідчать про те, що в динаміці розвитку психічних розладів прослідкувалась зміна тенденцій. Так, по СНД за період з 1970 по 1990 роки хворобливість зросла на 23%, а по окремим країнам співдружності на 19-58%. З 1987 року спостерігався перелом в динаміці показників хворобливості суміжними психічними розладами як в дослідному

матеріалі, так і по даним літератури (Ю.А.Александровский, 1993). Це явище можна пояснити слідуючими обставинами: в 70-80 роках, в психоневрологічних закладах поширене розповсюдження отримала практика впровадження лікарсько-консультативної допомоги хворим з різними формами психічних розладів (примусово непсихотичного характеру). У таких випадках хворих не брали на динамічний диспансерний догляд, якщо вони у нагляді не мали потреби. При цьому почала активно створюватись група консультативних хворих, яка у попередні роки складалась примусово за рахунок важкої психічної патології. Тому, в останні п'ять років дана тенденція віднесення хворих легкої степені важкості в консультативну групу знайшла поширене розповсюдження. Високий рівень впровадження психотерапевтичної допомоги з 1987 року також сприяв зростанню чисельності хворих консультативної групи. Таким чином, у 1987 році сформувалися обидві тенденції: зменшення кількості хворих з суміжними розладами, яких брали під диспансерний нагляд, і зростання контингенту осіб, одержуючих допомогу по мірі звертання. Завдяки цьому, контингент консультативних хворих зростав швидше і саме тим знижував кількість хворих, обраних під диспансерний нагляд.

Дані тенденцій спостерігались відносно багатьох адміністративних територій, однак нам вдалося знайти комбінації математичних методів розподілення дослідного матеріалу на загрозливі і незагрозливі райони по розповсюдженню психічних захворювань. Для цього, спочатку були вивчені значення середніх відносних помилок апроксимації (мал. 3) відностно усіх шляхів обробки даних (мал. 2).

На мал. 3 показані значення відносних помилок для первиних даних (1-2), першого, другого та третього цифрового фільтру з найкращими оцінками апроксимацій одній з вивчаємих функцій (відповідно 3-4, 5-6 і 7-8), поліномів n-их степенів (9-10). Парні цифри означають накладання ряду Фур'є, з числом гармонік рівним чотирьом.



Мал. 3. Порівняльна оцінка апроксимаційних властивостей фільтрів, поліномів n-го степеня і ряду Фур'є.

При цьому найменші значення середньої помилки апроксимації спостерігались при застосуванні третього цифрового фільтру, поліному n-го степеня і ряду Фур'є, однак найкращі (більшість групувань) розподільні властивості спостерігались при використанні третього цифрового фільтру, математичних функцій та ряду Фур'є. Це дозволило провести межу, розділяючу райони на дві групи (1, 2 і 3, 4 моделі), які характеризувались наявністю двох підгруп, що відрізнялися великими і малими величинами математического очікування. Великі величини математичного очікування спостерігались у 1 і 2, а малі - у 3 та 4 моделях (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльна характеристика оцінок порогових значень з виділенням несприятливих районів

Тип даних	Класи даних	Математичне очікування	Сер. квадрат. відхилення	Порогове значення	Кількість несприятл. районів
Незгладжені	Моделі	1) 77.2	27.7	104.8	1
		2) 75.0	34.8	109.8	1
		3) 63.5	15.9	79.5	0
		4) 62.7	28.9	91.6	0
	Група	73.9	29.6	103.5	2
Згладжені	Моделі	1) 77.2	14.2	91.4	3
		2) 75.0	31.1	106.1	1
		3) 63.6	6.8	70.3	0
		4) 62.7	21.7	84.4	0
	Група	75.3	24.7	100.0	2

Примітка: числами у графі математичне очікування показани номери отриманих моделей: 1 - для лінійної функції [4]; 2 - для гіперболічних, степеневих, показникових і експоненційних функцій [5-10]; 3 - для логаріфмічних функцій [11-12]; 4 - для параболічної функції [13].

При вивченні роботи цифрових фільтрів з дослідними розподільними методами встановлено, що між згладжувальними і незгладжувальними даними не було суттєвих змін у показниках математичного очікування, що свідчить про їх якісну роботу (табл. 1). Значні зміни були виявлені в значеннях середньоквадратичних відхилень: при зростанні потужності цифрових фільтрів значення середньоквадратичних відхилень зменьшувались, що у свою чергу знижало порогові значення та посилювало чуттєвість системи до знаходження неблагоприємних районів на основі сигмальних критеріїв (які визначались сумою значень математичного очікування і середньоквадатичного відхилення).

Таким чином, дослідження по групам згідно одержаній класифікації процесу динаміки розповсюдження психічних захворювань дозволили додатково виявити несприятливі зони розвитку патології, які не були знайдені по існуючому методу середнього визначення.

ВИСНОВКИ

1. Комбіноване використання мережового та індексованого доступу до записів забезпечує максимальну гнучкість конструкцій БД.

2. Розробка програмно-технічних комплексів, працюючих безпосередньо з користувачем-дослідником, використовуючим методи математичного аналізу об'єкта вивчення, є необхідною умовою перспективного розвитку АС.

3. Ієрархія відображаємих об'єктів є необхідною умовою організації керування програмою обробки подій.

4. Логічне проектування, яке є зв'язуючою ланкою між постановою завдання і фізичним проектуванням БД, є необхідним етапом побудови АС.

5. Використана в АС AutoMed схема організації файлу даних з фіксуючою довжиною для структурізації сторінок й сегментів забезпечувала більш скорішу обробку даних та простоту в управлінні визволенням простору при винищуванні записів.

6. Комбіноване використання математичних функцій для опису регулярної складаючої з регулярної складаючої з накладанням ряду Фур'є, обробленого цифровим фільтром, має найкращі розподільні властивості при класифікації динамічних та тимчасових рядів, що використовуються при вивченні сезонних коливань.

7. Статистичне моделювання динамічного ряду з урахуванням трунду та сезонних коливань (використовуючи ряд Фур'є з числом гармонік, рівним чотирьом) підвищувало точність апроксимуючої функції.

8. Алгоритм синтезу для класифікації моделей епідеміологічного процесу включає:

- згладжування даних з використанням цифрового фільтру;
- синтез математичного рівняння тренду з використанням набору функцій;
- синтез ряду Фур'є, включаючи 4 гармоніки, для сезонних коливань.

9. Вивчення епідеміологічних процесів з об'єднанням апроксимуючих функцій в групи є більш чуттєвим до знаходження несприятливих районів по відношенню до існуючих методів загальних зрівнянь.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Гунько А.А., Сокур М.И., Хошаба А.М. Математические методы прогнозирования темпа прогредиентности заболевания у больных алкоголизмом с нарушением обмена липидов. //XII об'єднана наукова медико-технічна конференція: Тез. допов - Київ - Вінниця, 1994.- С. 51.

2. Закопайло Г.Г., Хошаба А.М., Примаковский В.П., и др. Факторы, влияющие на возникновение рецидивов туберкулеза легких //IX об'єднана наукова медико-технічна конференція: Тез. допов. - Вінниця, 1991.- С. 78.

3. Закопайло Г.Г., Хошаба А.М., Примаковский В.П. О причинах рецидивов туберкулеза легких //Пробл. туб.-1991.-№8.-С.74-75.

4. Закопайло Г.Г., Хошаба А.М., Примаковский В.П., и др. Факторы риска рецидивов туберкулеза легких и их сравнительная оценка врачами и компьютером //X об'єднана наукова медико-технічна конференція: Тез. допов. - Вінниця, 1992.- С. 63.

5. Мінцер О.П., Гунько А.А., Хошаба О.М., Сокур М.І. Використання бальної оцінки (пата) в медико-біологічних дослідженнях //Інформаційний лист. - № 116-94, вип. 6.

6. Мінцер О.П., Данілюк Ю.С., Гунько А.А., Хошаба О.М., Сокур М.І. Методика визначення оптимальних меж розподілення клінічних показників для покращення ефективності діагностики, прогнозування та лікування // Інформаційний лист. - № 117-94, вип. 7.

7. Пилипчук В.Л., Хошаба О.М. Застосування комп'ютерної техніки в процесі формування медичних кадрів //Республіканська наукова конференція "Застосування комп'ютерної техніки в учбовому процесі медичних ВУЗів": Тез. допов.-Дніпропетровськ, 1991.-С. 26-27.

8. Процек О.Г., Пилипчук В.Л., Хошаба О.М. Нові підходи до вивчення етичних питань лікування //Науково-практична конференція на тему: "Суспільні науки в медичному ВУЗі: історія і сучасні проблеми" - Київ, 1991.- С. 2.

9. Сокур М.И., Хошаба А.М., Корнейчук Т.Т. Использование компьютерного мониторинга при исследовании динамики поступления больных в психиатрический стационар //XIII об'єднана наукова медико-технічна конференція: Тез. допов - Київ - Вінниця, 1995.- С. 23.

10. Сокур М.И., Хошаба А.М., Корнейчук Т.Т. О внедрении компьютерных технологий в работу психиатрического стационара //XIII об'єднана наукова медико-технічна конференція: Тез. допов - Київ - Вінниця, 1995.- С. 24.

11. Сокур М.И., Хошаба А.М., О трудностях построения математических моделей диагностики, прогнозирования и принятия врачебного решения в медико-биологических исследованиях //XIII об'єднана наукова медико-технічна конференція: Тез. допов - Київ - Вінниця, 1995.- С. 24.

12. Хошаба О.М., Закопайло Г.Г. Автоматизирована система диференціальної діагностики та клінічного прогнозування //X об'єднана наукова медико-технічна конференція: Тез. допов. - Вінниця-Київ, 1992.- С. 85.

13. Хошаба А.М., Гунько А.А., Сокур М.И. и др. Изучение влияния радиационных и гелиокосмических факторов на динамику поступления психических больных в стационар //Тези матеріалів науково-практичної конференції "Питання екологічної психіатрії", Київ-Вінниця-Донецьк, 1995.-С. 48.

14. Hoshaba A.M. Automation system of differential diagnostics and clinical disease prognosis //XI об'єднана наукова медико-технічна конференція: Тез. допов. - Вінниця-Київ, 1993.- С.92.

15. Hoshaba A.M., Gunko A.A., Socur M.I. Clinical prognosis of mental and narcotic disease with the help of automazed system AutoMed //XII об'єднана наукова медико-технічна конференція: Тез. допов. - Київ - Вінниця, 1994.- С.47.

АННОТАЦІЯ

Хошаба А.М.

Статистическое моделирование динамики распространения психических заболеваний с использованием автоматизированной системы AutoMed.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.02 - Математическое моделирование в научных исследованиях, Институт кибернетики им. В.М.Глушкова НАН Украины, Киев, 1995.

Защищается 15 научных работ, которые содержат теоретические методы проблем классификации эпидемиологических процессов с помощью статистического моделирования, построения автоматизированной системы AutoMed, применения детерминированных, вероятностных и смешанных методов исследования. Разработаны теоретические основы и программное обеспечение для персональных компьютерных систем (IBM-совместимых).

На базе Винницкой областной психиатрической больницы №2 осуществлено внедрение разработанной системы.

Hoshaba A.M.

Statistical modeling of dinamics to spreading of mental deseases with the use of automatized system AutoMed.

Dissertation (manuscript) to receive a degree of Candidate of Technical Sciences on specialiate 05.13.09 - Mathematical Modeling in Scientifie Ines-

tigations Institute of Cybernetics named after V.M.Gluskov, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, 1995.

15 scientific papers are defended. They contain theoretical methods of problems of classification of epidemiological process with the help of statistical modeling and construction the automatized system AutoMed, to application of determinancy, probability and mixed methods. Theoretical foundation and problem oriented software for personal computer systems were constructed.

This system was practically used at Regional mental hospital №2 of Vinnitsa city.

Ключові слова:

статистичне моделювання, епідеміологія психічних захворюваннь, проблемно-орієнтоване програмне забезпечення, автоматизовані системи, використання математичних методів, системи управління базами даних, цифрові фільтри.

Ав 33.159

Зак. 2375д.