

УДК 004:4'2

DOI: <https://doi.org/10.53920/ITS-2023-1-2>

Марина Анатоліївна ДЕРЖЕВЕЦЬКА,

кандидат економічних наук,
викладач кафедри медичної фізики
та інформаційних технологій
Донецького національного медичного університету
ORCID ID: 0000-0002-9952-4992

Тетяна Володимирівна БАУЛІНА,

доктор економічних наук, професор,
професор кафедри менеджменту Закладу вищої освіти
«Міжнародний науково-технічного університет
ім. академіка Ю. Бугая»
ORCID ID: 0000-0002-0110-849X

Тамара Василівна КУХТІК,

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри комп'ютерних наук Закладу вищої освіти,
«Міжнародний науково-технічного університет
ім. академіка Ю. Бугая»
ORCID ID: 0000-0002-2000-3669

Тетяна Юріївна СОЛОМКО,

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри цифрових технологій, менеджменту
та адміністративного управління
Донбаського інституту техніки та менеджменту
Закладу вищої освіти «Міжнародний науково-технічного
університет ім. академіка Ю. Бугая»
ORCID ID: 0000-0002-3029-7920

**ПРОЄКТ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ОБРОБКИ
МЕДИЧНИХ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ
ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ**

Метод багатофакторного дисперсійного аналізу є одним з найважливіших інструментів в статистиці і покликаний дати оцінку впливу, як одного фактору, так і декількох на досліджувані вихідні змінні (ознаки). Актуальність даного статистичного методу визначається тим, що область застосування дисперсійного аналізу до-

сить широка. Його застосовують у медичних дослідженнях, хімічних експериментах, інженерних дослідженнях. Сучасні технології дозволяють досить швидко реалізувати даний метод і отримати результати з досить низькою ймовірністю помилки. Це сприяє зростанню продуктивності в багатьох сферах нашого життя і дозволяє швидше приймати вірні і найменш ризиковані рішення. Виконано порівняльний аналіз засобів розробки для програмування обробки медичних даних з використанням методів дисперсійного аналізу, існуючих програмних комплексів і систем для обробки медичних даних. Побудовано інформаційні та логічні моделі предметної області, і процесу обробки з використанням діаграмних методик SADT. Було проведено опис потоків, створено структуру баз даних, обмеження на дані, моделі програмного забезпечення мовою UML у вигляді діаграм. Спроектовано програмний комплекс для обробки медичних даних з використанням методів дисперсійного аналізу. Спроектований програмний комплекс в подальшому надає можливість обробки медичних даних без завантаження спеціальних програмних засобів статистичного аналізу даних, що заощадить гроші на купівлю таких додатків і придбання ліцензії на них.

Ключові слова: медичні дані, діаграма, дисперсійний аналіз, UML, спеціаліст, користувач, однофакторний дисперсійний аналіз, PHP, CODEIGNITER.

Maryna DERZHEVETSKA

PhD in Economics,
Lecturer at the Department of Medical Physics
and information technologies,
Donetsk National Medical University

Tetyana BAULINA

Doctor of Economics, Professor
Professor of the Department of Management,
Higher Educational Institution «Academician Yuriy Bugay
International Scientific and technical university»

Tamara KUKHTYK

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Professor of the Department of Computer Science,
Higher Educational Institution «Academician Yuriy Bugay
International Scientific and technical university»

Tetiana SOLOMKO

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Digital Technologies,
Management and administrative management
Donbas Institute of Technology and Management,
Higher Educational Institution «Academician Yuriy Bugay
International Scientific and technical university»

PROJECT OF A SOFTWARE COMPLEX FOR PROCESSING MEDICAL DATA USING METHODS OF DISPERSION ANALYSIS

The method of multivariate variance analysis is one of the most important tools in statistics and is designed to provide an estimate of the influence of one or several factors on the studied output variables (characteristics). The relevance of this statistical method is determined by the fact that the field of application of variance analysis is quite wide. It is used in medical research, chemical experiments, and engineering research. Modern technologies make it possible to quickly implement this method and obtain results with a fairly low probability of error. This contributes to the growth of productivity in many areas of our lives and allows us to make the right and least risky decisions faster. A comparative analysis of development tools for programming medical data processing using methods of dispersion analysis, existing software complexes and systems for medical data processing was performed. Informational and logical models of the subject area and the processing process were built using diagrammatic SADT techniques. Flows were described, database structure, data restrictions, software models in the UML language in the form of diagrams were created. A software complex for processing medical data using methods of dispersion analysis was designed. In the future, the designed software complex provides the possibility of processing medical data without downloading special software tools for statistical data analysis, which will save money on the purchase of such applications and the purchase of a license for them.

Keywords: *medical data, diagram, dispersion analysis, UML, specialist, user, one factor analysis of variance, PHP, CODEIGNITER.*

Постановка проблеми. У даний час швидкість і якість отримання та обробки інформації стали найважливішою умовою існування і прогресу всіх галузей наукової та практичної діяльності.

Ця тенденція не обійшла стороною і медицину. Кожен медичний працівник щохвилини має справу з великим об'ємом інформації представленої в чисельному, текстовому, графічному, звуковому і інших видах. Від ефективності її збору, зберігання, передачі та інтерпретації залежить якість і своєчасність діагностичних, лікувальних, профілактичних заходів та результативність роботи системи охорони здоров'я в цілому. Аналізом медичних даних займається медична статистика, яка уявляє собою одну з найважливіших інструментів доказової медицини.

Метод багатфакторного дисперсійного аналізу є одним з найважливіших інструментів у статистиці і покликаний дати оцінку впливу, як одного фактору, так і декількох на досліджувані вихідні змінні (ознаки). Актуальність даного статистичного методу визначається тим, що область застосування дисперсійного аналізу досить широка. Його застосовують у медичних дослідженнях, хімічних експериментах, інженерних дослідженнях. Сучасні технології дозволяють швидко реалізувати даний метод і отримати результати з низькою ймовірністю помилки. Це сприяє зростанню продуктивності в багатьох сферах нашого життя і дозволяє швидше приймати вірні і найменш ризиковані рішення.

Через вартість, англломовність і наявність короткострокових доступних демо-версій найкращим варіантом буде створити програмний продукт власної розробки, який не вимагає ні фінансових витрат, ні прив'язки до Інтернету, ні наявності ліцензії. Також його інтерфейс в будь-який момент можна адаптувати під мову використання і прив'язати до нього різну довідкову літературу [1 – 4].

У цій статті докладно розглядається програмна система, яка має більшу спеціалізацію, ніж існуючі системи, зокрема в медичній сфері, з урахуванням їх недоліків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз сучасного стану статистичних програмних засобів показав, що зараз існує широкий вибір програмних пакетів для статистичної обробки даних [5, 6]. У цьому переліку представлені різноманітні програмні засоби, від EXCEL [7] до STATISTICA [8].

В залежності від поставлених завдань користувачеві потрібно вибрати оптимальний статистичний пакет. Зазвичай, оптимальним варіантом є програмний засіб, який поєднує високу продуктивність, потрібні функціональні можливості і доступну ціну.

При виборі пакету потрібно урахувувати такі основні характеристики: відповідність системним вимогам програмного забору до комп'ютерного обладнання користувача; відповідність можливостей вимогам поставлених завдань; обсяг можливих використаних даних для статистичного аналізу; кваліфікацію користувача в галузі статистики.

Розглянемо найбільш популярні та функціонально повні програмні продукти, які мають вбудовані інструменти для статистичного аналізу даних.

MS Excel – це найбільш згадуваний в літературі і використовуваний користувачами додаток. Це пов'язано з широким застосуванням цього програмного забезпечення, наявності не англійських версій, проте деякі статистичні функції є просто додатковими вбудованими формулами. Розрахунки зроблені при її допомозі не визнаються авторитетними у біомедичних журналах та відсутня можливість побудувати якісні наукові графіки [7].

SPSS – найбільш старий і використовуваний пакет для обробки медичних даних. Від своїх аналогів він відрізняється гнучкістю застосування. Але для роботи з цією програмою необхідна висока потужність і продуктивність комп'ютера, а також недоліком є висока ціна [9].

Пакет SAS має великий набір статистичних алгоритмів. Крім того, SAS надає користувачеві можливість підключення власних оригінальних алгоритмів, але поряд із цими перевагами виділяють головні недоліки системи – громіздкість, труднощі в освоєнні, високі вимоги до статистичної кваліфікації користувача, жорсткі вимоги до апаратної частини, а також ціна [10].

SYSTAT – це статистична система для персональних комп'ютерів, яка володіє зручним інтерфейсом, широким діапазоном та глибиною опрацювання функціонального наповнення. Можливості програми передбачені як для слабо підготовленого в статистиці користувача, так і для досвідченого статиста. Але на сьогоднішній день має несучасний інтерфейс, який є незручним і громіздким у користуванні, частина операцій доступна лише з командного рядка, відсутність відповідного редактора звітів [11].

MINITAB 14 є повнофункціональним пробним варіантів програми, яка працює 30 днів. Він досить зручний в роботі, має хороший інтерфейс і візуалізацію, проте відсутність формул для статистик у довідковому посібнику ускладнює аналіз значимості впливу різних чинників на прийняті рішення [12].

Поряд з комерційними статистичними пакетами існує досить велика кількість повністю безкоштовних статистичних програм і додатків. При цьому ряд безкоштовних програм не тільки не поступається, але і перевершує по функціональності комерційні додатки. Наведемо перелік основних безкоштовних програм для статистичної обробки даних: R – безумовно, найбільш потужний безкоштовний програмний інструмент з неймовірно широким набором бібліотек; EpiInfo – безкоштовний статистичний пакет, розробка якого підтримується Центром по контролю за захворюваннями США; OpenEpi – набір статистичних функцій, що дозволяє швидко застосувати відносно прості і часто використовувані статистичні тести; SOFA – дозволяє виконувати основні статистичні тести, але не дає можливості проводити регресійний аналіз; SEER-Stat – орієнтований на застосування в онкології безкоштовний статистичний пакет, розробка якого підтримується Інститутом онкології США; WINPEPI – програма для аналізу епідеміологічних даних. Поряд з цими існує ще близько 30 безкоштовних програм для статистичної обробки даних, які мають різну функціональність і «заточені» під різні цілі. Проте недоліком цих програм є обмежений строк їх використання, відсутній переклад інтерфейсу українською мовою та неспроможність їх використання для вузької спеціалізації, зокрема медичної [13].

Метою статті є опис спроектованого програмного комплексу для обробки медичних даних з використанням методів дисперсійного аналізу, що має більшу спеціалізацію, ніж існуючі системи, зокрема в медичній сфері, з урахуванням їх недоліків.

Виклад основного матеріалу дослідження. На даний момент існують системи, які здатні виконувати обробку даних з використанням методів дисперсійного аналізу. Завдяки сучасним програмним продуктам (таким як Statistica, SPSS), процес реалізації даного методу займає невелику кількість часу і зусиль. Однак більшість даних систем є комерційними, не володіють локалізацією.

Дослідження характеристик програмних засобів для статистичної обробки даних, зокрема медичних, показав, що усі програми статистичної обробки даних можна розділити на професійні, напівпрофесійні (популярні) і спеціалізовані. Статистичні програми відносяться до наукомісткого програмного забезпечення, ціна їх часто недоступна індивідуальному користувачеві. Професійні пакети мають велику кількість методів аналізу, популярні пакети –

кількість функцій, достатніх для універсального застосування. Спеціалізовані ж пакети орієнтовані на якусь вузьку область аналізу даних, причому всі творці таких продуктів заявляють, що саме їх продукт перевершує аналоги. Відсутність у більшості користувачів часу для освоєння таких програм, робить непростим її вибір [1].

Під час аналізу готових програмних продуктів для обробки медичних даних було виділено кілька пакетів які за своєю концепцією та функціональністю є схожими на заплановану програмну розробку. Зважаючи на цей факт запропоновано переглянути ці готові пакети, та визначити їх переваги та недоліки. Головним недоліком, як було визначено раніше є їх комерційність і дуже висока вартість, а також необхідність наявності ліцензії. Інтерфейс, як правило, англійською мовою. У більшості не наводяться математичні залежності, реалізовані в програмах, а просто вказуються прізвища авторів тих чи інших методів розрахунку.

Використовуючи результати тестування кращих зарубіжних статистичних програмних продуктів загального призначення [8 – 12] можна представити порівняльну характеристику програмних продуктів (табл. 1) зі шкалою оцінок від 0 до 10, до якої також додано аналіз авторської розробки програмного комплексу для обробки медичних даних з використанням методів дисперсійного аналізу.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика програмних продуктів

Назва пакета	Різноманітність	Швидкість роботи	Якість вихідних форм	Легкість використання	Легкість навчання	Загальні оцінки потужності	Загальні оцінки зручності загальні оцінки зручності	Ціна	Інтегральна оцінка
SYSTAT	7	7	7	7	7	7	7	1	50
SAS	7	7	7	8	7	7	7	2	52
STATGRAPHICS	6	6	6	6	6	6	6	1	43
SPSS/PC+	6	6	6	6	6	6	6	1	43
PC-90 (BMDP)	7	7	7	7	7	7	7	1	50
MINITAB	4	4	4	4	4	4	4	2	30

Джерело: Розроблено авторами

Порівняльний аналіз підтвердив доцільність розробки програмного комплексу для обробки медичних даних з використанням методів дисперсійного аналізу.

Для обробки медичних даних за допомогою алгоритмів дисперсійного аналізу необхідно вибрати параметри експерименту, зокрема кількість вимірювань і кількість рівнів фактору, це необхідно для створення форми введення самих даних для аналізу. Після вибору параметрів експерименту проводиться створення і виведення форми введення експериментальних даних. Далі в цю форму вводяться дані, призначені для статистичної обробки. Вхідними даними для процесу автоматизації обробки даних з використанням методів дисперсійного аналізу є матриця даних, що складається зі згрупованих за певними властивостями експериментальних даних. Далі введені дані, які пройшли перевірку на коректність, проходять обробку, що управляється правилами виконання алгоритму розрахунку. Дані піддаються попередній обробці для виконання розрахунку. Далі проводиться розрахунок і інтерпретація даних. На виході отримуємо інтерпретовані дані для подання в веб-формі і оформлений звіт з аналізом. Дійовими особами в процесі дисперсійного аналізу є користувач і фахівець-статист (математик). На рисунку 1 зображена контекстна SADT – діаграма нульового рівня для бізнес-процесу «Обробка медичних даних з використанням методів дисперсійного аналізу».



Рис. 1. Контекстна SADT-діаграма 0-го рівня бізнес-процесу «Обробка медичних даних з використанням методів дисперсійного аналізу»

Джерело: Розроблено авторами

Як видно з діаграми (рис. 1), на вході процес отримує опції форми введення і вхідні дані. Управління здійснюють: параметри введення, правила перевірки, правила виконання алгоритму, шаблони представлення даних. Виконавцями даного процесу є фахівець-статист (математик) і користувач. На виході отримуємо веб-форму з поданням даних і звіт про аналіз.

Для більш точного проєктування бізнес-процесу «Обробка медичних даних з використанням методів дисперсійного аналізу» деталізуємо SADT-діаграму нульового рівня.

Цей бізнес-процес можна розділити на декілька етапів: вибір параметрів; підготовка даних; виконання алгоритму розрахунку; подання даних.

На вхід активності A1 (Вибір параметрів) подаються опції форми введення. Виконавцем, який проводить введення опцій є фахівець-статист (математик). Введення опцій регламентується правилами введення. На виході отримуємо форму введення для вхідних даних.

На вхід активності A2 (Підготовка даних) виходить підготовлена форма для введення експериментальних даних, введення даних в форму здійснює фахівець-статист (математик). Тут також проводиться перевірка введених даних на коректність. Введення регламентується правилами введення даних. На виході отримуємо дані, підготовлені для обробки.

В активності A3 (Виконання алгоритму розрахунку) на вхід подаються перевірені на коректність дані. Дані піддаються обробці, далі проводиться розрахунок і подальша інтерпретація даних для виведення. На виході отримуємо дані, готові для виведення користувачу. Виконавцем є фахівець-статист (математик).

В активності A4 (Представлення даних) на вхід подаються інтерпретовані дані, які виходять після розрахунку за заданим алгоритмом. Ці дані виводяться в спеціальній веб-формі, також формується звіт про аналіз. Звіт формує користувач.

Деталізуюча структурно-функціональна діаграма першого рівня представлена на рисунку 2.

На основі аналізу предметної області та виявлених вимог щодо програмного продукту розроблена діаграма прецедентів використання, представлена на рисунку 3.



Рис. 2. Деталізуюча структурно-функціональна SADT – діаграма першого рівня для бізнес-процесу «Обробка медичних даних з використанням методів дисперсійного аналізу»

Джерело: Розроблено авторами

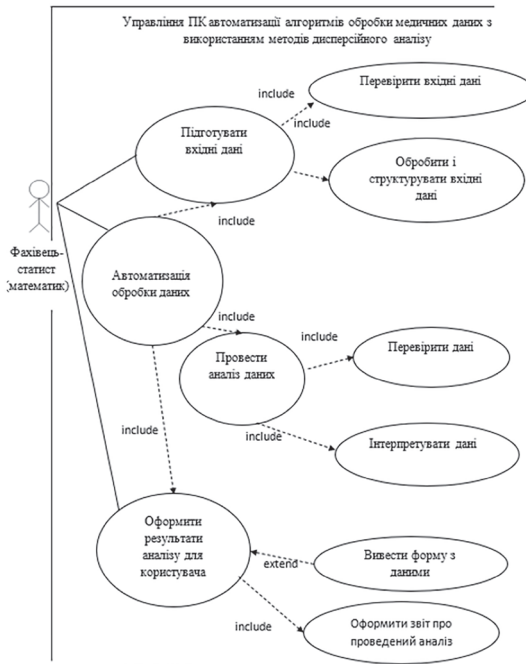


Рис. 3. Діаграма прецедентів ПК ANOVA «Обробка медичних даних з використанням методів дисперсійного аналізу»

Джерело: Розроблено авторами

На етапі автоматизації обробки даних з системою взаємодіють один актор - фахівець-статист (математик). Він виконує основну частину дій, пов'язаних з веденням програмної частини ПК. Він обробляє дані, створює інтерфейси користувача, веде розрахунки, контролює процес аналізу даних і перевіряє адекватність даних.

Початковим етапом аналізу є підготовка. Дані можуть приходити в підготовленому вигляді, а саме в табличному вигляді, у вигляді масивів.

Наступним етапом є аналіз даних. Він включає в себе обробку статистичних даних методом дисперсійного аналізу та інтерпретацію даних для подання користувачеві.

На завершальному етапі виконується оформлення отриманих даних в зручній користувачеві формі.

На основі аналізу предметної області та виявлених вимог щодо розроблюваного програмного продукту, який розроблявся, було спроектовано діаграму класів предметної області, представлену на рисунку 4.

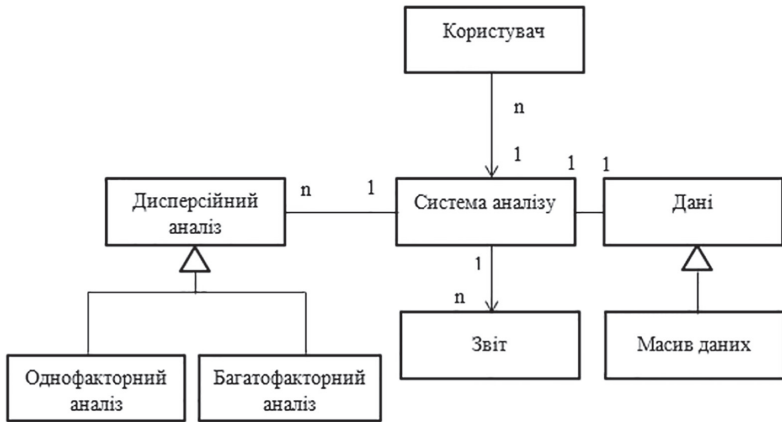


Рис. 4. Діаграма класів предметної області

Джерело: Розроблено авторами

На діаграмі класів відображені класи предметної області та їх зв'язки.

Клас користувач представляє користувача системи, він взаємодіє з елементами системи через клас Система аналізу, який надає йому для використання функції системи. Клас Дані – це дані, які отримує система для обробки за допомогою методів дисперсійного аналізу і успадковує клас Масив даних. Цей клас є матрицею вхідних даних заданого користувачем формату. Клас Звіт виконує функції формування і виведення звіту про випробування користувачеві. Клас Дисперсійний аналіз виконує безпосередньо аналіз даних і успадковує класи Однофакторний аналіз і багатofакторний аналіз, що представляють види дисперсійного аналізу.

Розроблено діаграму послідовності ПК для виклику функції «Підготовка звіту з аналізу». Розглянемо послідовність взаємодії об'єктів розробленої системи на прикладі використання функції «Отримати звіт з аналізу заданої інформації». В процесі дані обробляються, перевіряються на коректність відповідно до правил перевірки і піддаються обробці за допомогою методів дисперсійного аналізу. У разі успішного сценарію користувач ПК отримує готовий звіт з результатами проведеного аналізу.

Користувач взаємодіє з системою через інтерфейс, який представляє собою сукупність функцій, які можуть виконувати окремі частини системи. Інтерфейс викликає у об'єкта Валідатор даних функцію «Перевірити вхідні дані». Валідатор повертає перевірені відповідно до необхідних правил на коректність дані для подальшої статистичної обробки.

Далі інтерфейсний об'єкт викликає у об'єкта Система аналізу функцію «Провести аналіз ()», яка виробляє обробку даних за допомогою необхідних алгоритмів розрахунку дисперсійного аналізу і повертає результати, призначені для подальшої інтерпретації. Дані повертаються інтерфейсному об'єкту, який звертається до об'єкта Інтерпретатор даних. Цей об'єкт виконує функцію підготовки та обробки результатів дисперсійного аналізу і повертає їх у вигляді структур даних, з яких формується звіт з результатами аналізу. Після цього дані аналізу у вигляді звіту надаються для подальшої роботи з ними Користувачеві. Діаграма послідовності для виклику функції «Підготовка звіту з аналізу» представлена на рисунку 5.

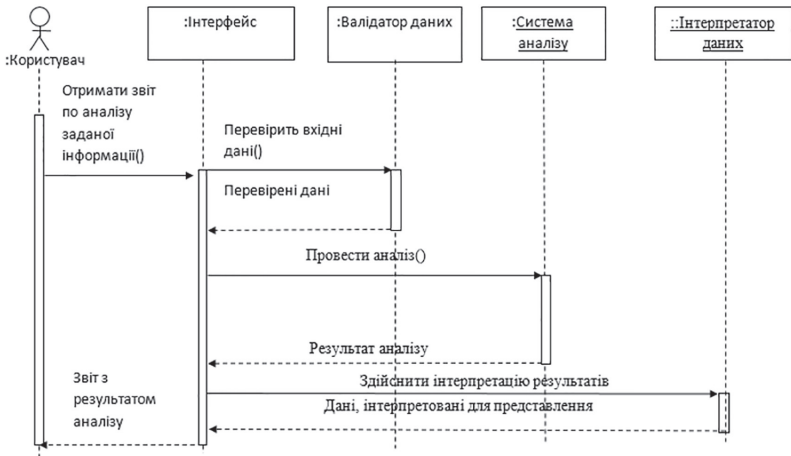


Рис. 5. Діаграма послідовності для виклику функції «Підготовка звіту з аналізу»

Джерело: Розроблено авторами

Наступним кроком було розроблено діаграму станів «ПК для обробки медичних даних з використанням дисперсійного аналізу». Початковим станом системи є Очікування. При надходженні нових інструкцій про необхідність проведення аналізу даних відбувається перехід до стану Підготовка даних. Умовою переходу в даний стан є наявність вхідних даних, які будуть оброблені та проаналізовані в подальшому. Дані перевіряються і обробляються за певними шаблонами. Далі необхідно виконати безпосередньо аналіз представлених даних. Відбувається перехід в стан Виконання аналізу. Умовою переходу в даний стан є наявність оброблених вхідних даних. Дія для переходу – виконання аналізу. Дією для наступного стану є виконання перевірки та інтерпретації даних. На даному етапі відбувається перевірка адекватності отриманих результатів. У разі виявлення значних недоліків отриманих результатів відбувається перехід на етап Підготовки даних для додаткової обробки даних для аналізу. У разі, коли модель вихідних даних пройшла перевірку, дані інтерпретується в вид, зручний для подальшого подання і відбувається перехід в стан Формування відображення і звіту. Умовою переходу є дані для звіту. На даному етапі відбувається представлення результатів дисперсійно-

го аналізу в веб-формі і формування звіту. Після видачі системою звіту, процес аналізу вважається завершеним і система переходить в стан очікування, після цього можна завершити роботу з програмою, закривши її (рис. 6).



Рис. 6. Діаграма станів для «ПК для обробки медичних даних з використанням дисперсійного аналізу»

Джерело: Розроблено авторами

Висновки та пропозиції. Було проаналізовано існуючі програмні продукти для обробки медичних даних та виділено їх недоліки, з урахуванням яких було спроектовано програмний комплекс для обробки медичних даних з використанням методів дисперсійного аналізу. Розроблені діаграми бізнес–процесу, які відображають методологію структурного аналізу і проектування, процес моделювання, управління конфігурацією проекту. Розроблено діаграму прецедентів, яка показує з чим може взаємодіяти фахівець–статист (математик). Розроблено діаграму послідовностей, яка відображає як крок за кроком фахівець–статист (математик) взаємодіє з програмою. Розроблено діаграму класів у якій представлені класи, які взаємодіють між собою у системі розрахунків. Було розроблено діаграму відносин між таблицями баз даних у якій показується концептуальні схеми предметної області. Був проведений порівняльний аналіз серед систем обробки даних та проаналізовано їх переваги та недоліки.

Спроекований програмний комплекс дозволяє проводити обробку медичних даних без установки спеціальних додатків, що заощадить гроші на купівлю доповнених пакетів аналізу і ліцензії на них. Також його інтерфейс в будь–який момент можна адаптувати під мову використання і прив'язати до нього різну довідкову літературу.

© **Держевецька М. А., Бауліна Т.В., Кухтік Т.В., Соломко Т. Ю., 2023**

ЛІТЕРАТУРА

1. Держевецька М. А., Рекова Н. Ю. ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ КОМП'ЮТЕРНОЇ АЛГЕБРИ В НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ // Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку. С. 122. URL: https://conference.ikto.net/pub/akit_2023_13-19march.pdf#page=122 (дата звернення: 28.04.2023).

2. Рекова Н.Ю., Держевецька М.А. Використання методів візуалізації даних у наукових дослідженнях // *Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод*: матеріали VII Всеукраїнської наук.–практ. конф. / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. м. Краматорськ, 2023: ДДМА. 2023. С. 26 – 29.

3. Маценко К. В., Гетьман І. А. Аналіз програмного забезпечення для обробки медичних даних з використанням методів дисперсійного аналізу. 2021.

4. Васильєва Л.В. Автоматизовані системи наукових досліджень: посібник для студентів вищих навчальних закладів спеціальності «Інформаційні технології проектування»/ Л.В.Васильєва, І.А.Гетьман. Краматорськ : ДДМА, 2016. 114 с. ISBN 978-966-379-755-7.

5. Програми для математичної і статистичної обробки даних. URL: <http://chem-bio.com.ua/aspirant/grant/item/> (дата звернення 29.04.2023).

6. Програми для наукових розрахунків URL: <http://softlist.com.ua/catalog/programmy-dlya-nauchnykh-raschetov/> (дата звернення: 30.04.2023).

7. Функції Excel (за категоріями) URL: <https://support.office.com/uk-ua/article> (дата звернення: 30.04.2023).

8. StatSoft's Electronic Statistics URL: <http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html> (дата звернення: 30.04.2023).

9. IBM SPSS Software URL: <https://www.ibm.com/analytics/us/en/technology/spss> (дата звернення: 30.04.2023).

10. SAS. Продукти та рішення URL: https://www.sas.com/ru_ua/home.html (дата звернення: 30.04.2023).

11. Systat Software Inc.(SSI) URL: <http://www.sigmaplot.co.uk> (дата звернення: 30.04.2023).

12. Minitab URL: <https://www.minitab.com/en-us/products/minitab/> (дата звернення: 30.04.2023).

13. 26 найкращих програм для аналізу даних. URL: <https://techukraine.net/26-найкращих-програм-для-аналізу-даних/> (дата звернення: 1.05.2023).

14. Гетьман, І. А. Прогнозування раціону харчування людини за допомогою ІТ – технологій = Forecasting ration of the human nutrition with the help of IT technology / І. А. Гетьман, Т. В. Кухтик, М. А. Держевецька // 36. наук. пр. НУК. Миколаїв : НУК, 2021. № 1 (484). С. 80 – 85.

15. Select 'Admin'. URL: https://www.emagazin.info/uk/select_admin (дата звернення: 1.05.2023).

REFERENCES

1. Derzhevetska, M., Rekova, N. (2023) «VYKORYSTANNIA SYSTEM KOMPIUTERNOI ALHEBRY V NAUKOVYKH DOSLIDZHENNIakh //Avtomatyzatsiia ta kompiuterno-intehrovani tekhnolohii u vyrobnytstvi ta osviti: stan, dosiahnennia, perspektyvy rozvytku» [USE OF COMPUTER ALGEBRA SYSTEMS IN SCIENTIFIC RESEARCH //Automation and computer-integrated technologies in production and education: status, achievements, development prospects], available at: https://conference.ikto.net/pub/akit_2023_13-19march.pdf#page=122 (Accessed 30.04.2023).

2. Reкова, N., Derzhevetska, M. (2023) «Vykorystannia metodiv vizualizatsii danykh u naukovykh doslidzhenniakh» [Use of data visualization methods in scientific research]. Kramatorsk, Ukraine.

3. Matsenko, K., Getman I. (2021) «Vykorystannia metodiv vizualizatsii danykh u naukovykh doslidzhenniakh» [Analysis of software for processing medical data using variance analysis methods].

4. Vasylieva, L., Getman, I. (2016) «Avtomatyrovani systemy naukovykh doslidzen:posibnyk dlia studentiv vyshchyykh navchalnykh zakladiv spetsialnosti "Informatsiini tekhnolohii proektuvannia"» [Automated systems of scientific research: a manual for students of higher educational institutions majoring in «Information Design Technologies»]. Kramatorsk, Ukraine. ISBN 978-966-379-755-7.

5. «Prohramy dlia matematychnoi i statystychnoi obrobky danykh» [Programs for mathematical and statistical data processing] available at: <http://chem-bio.com.ua/aspirant/grant/item/> (Accessed 29.04.2023).

6. «Prohramy dlia naukovykh rozrakhunkiv» [Programs for scientific calculations] available at: <http://softlist.com.ua/catalog/programmy-dlya-nauchnykh-raschetov/> (Accessed 30.04.2023).

7. Excel functions (by category) available at: <https://support.office.com/uk-ua/article> (Accessed 30.04.2023).

8. StatSoft's Electronic Statistics available at: <http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html> (Accessed 30.04.2023).

9. IBM SPSS Software available at: <https://www.ibm.com/analytics/us/en/technology/spss> (Accessed 30.04.2023).

10. SAS. Продукты та рішення available at: https://www.sas.com/ru_ua/home.html (Accessed 30.04.2023).

11. Systat Software Inc.(SSI) available at: <http://www.sigmaplot.co.uk> (Accessed 30.04.2023).

12. Minitab available at: <https://www.minitab.com/en-us/products/minitab/> (Accessed 30.04.2023).

13. «26 naikrashchyykh prohram dlia analizu danykh» [26 Best Software for Data Analysis], available at: <https://techukraine.net//26-найкраших-програм-для-аналізу-даних/> (Accessed 29.04.2023).

14. Getman, I., Kukhtyk, T., Derzhevetska, M. (2021) «Prohnozuvannia ratsionu kharchuvannia liudyny za dopomohoiu IT – tekhnolohii» [Forecasting ration of the human nutrition with the help of IT technology]. Mykolayiv, Ukraine.

15. Select 'Admin', available at: https://www.emagazin.info/uk/select_admin (Accessed 30.04.2023).

СТАТТЯ НАДІЙШЛА ДО РЕДАКЦІЇ 12.06.2023