

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Інформаційних систем

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Інформаційні управляючі системи та технології

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Інформаційних систем

Чумаченко С.М.

“ 18 ” листопада 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Тополя Владислава Вікторовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження та розроблення інформаційно-аналітичної системи підтримки діяльності лікарні

керівник роботи М'якшило Олена Михайлівна, доцент, кандидат технічних наук,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджено наказом закладу вищої освіти від “18” листопада 2020 року №953-кс2.

Строк подання здобувачем роботи 21 січня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи Інформація про роботу “Київської міської клінічної лікарні №3”, дані про надходження хворих до лікарні, дані про надходження хворих з COVID-19, посадові інструкції співробітників лікарні

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ, характеристика діяльності “Київської міської клінічної лікарні №3” та постановка задачі дослідження, дослідження та обґрунтування вибору методів інтелектуального аналізу даних для київської міської клінічної лікарні №3, розробка інформаційно-аналітичної системи підтримки діяльності лікарні, висновки

5. Перелік графічного матеріалу

Додаток А Схема сховища даних в MS SQL Server

Додаток В Текст програмного модуля

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання Прийняв
1	Доц. М'якшило О.М.	12.10.20	23.10.20
2	Доц. М'якшило О.М.	13.11.20	30.11.20
3	Доц. М'якшило О.М.	1.12.20	25.12.20

7. Дата видачі завдання 18 листопада 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Дослідження роботи лікарні	12.10.20- 23.10.20	
	Дослідження методів інтелектуального аналізу даних	13.11.20- 30.11.20	
	Розроблення клієнтського додатку	1.12.20- 14.12.20	
	Проведення аналізу	14.12.20- 15.01.21	
	Оформлення роботи	16.01.21.- 21.01.21.	
	Підготовка автореферату	22.01.21.- 28.01.21.	
	Підготовка презентації та доповіді	29.01.21.- 8.02.21	

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Тополь В.В. _____
(прізвище та ініціали)

М'якшило О.М. _____

АНОТАЦІЯ

Тополь Владислав Вікторович. Дослідження та розроблення інформаційно-аналітичної системи підтримки діяльності лікарні.

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки» – «Інформаційні управляючі системи та технології». Національний університет харчових технологій, Київ, 2021.

Магістерська робота присвячена розробці інформаційно-аналітичної системи підтримки діяльності лікарні.

В даній магістерській роботі проводиться дослідження діяльності «Київської міської клінічної лікарні №3», визначається рівень автоматизації, розбираються системи аналогів, формується постановка задачі.

Проводиться дослідження методів інтелектуального аналізу даних та вибираються найбільш ефективні для виконання аналізу. Будується алгоритм роботи інформаційно-аналітичної системи.

Створюється сховище даних в СУБД MS SQL Server. Створюється клієнтський додаток на мові C# в середовищі Visual Studio. Проводиться аналіз даних методами кластеризації, часовими рядами з використанням Analysis Services, Хольта-Вінтерса, Хольта, експоненціального згладжування.

Ключові слова: «КИЇВСЬКА МІСЬКА КЛІНІЧНА ЛІКАРНЯ №3», ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ, СХОВИЩЕ ДАНИХ, КЛІЄНТСЬКИЙ ДОДАТОК, КЛАСТЕРИЗАЦІЯ, ЧАСОВІ РЯДИ.

ANNOTATION

Topol Vladislav Viktorovych. Research and development of information and analytical system to support the hospital.

Specialty 122 "Computer Science" - "Information Control Systems and Technologies". National University of Food Technologies, Kyiv, 2021.

The master's thesis is devoted to the development of information and analytical system to support the hospital.

In this master's thesis the research of activity of "Kyiv city clinical hospital №3" is carried out, the level of automation is defined, systems of analogues are understood, the statement of a problem is formed.

A study of data mining methods is conducted and the most effective ones are selected to perform the analysis. The algorithm of work of information-analytical system is under construction.

A data warehouse is created in the MS SQL Server database. A C # client application is being created in Visual Studio. Data analysis is performed by clustering methods, time series using Analysis Services, Holt-Winters, Holt, exponential smoothing.

Keywords: "KYIV CITY CLINICAL HOSPITAL №3", INTELLECTUAL DATA ANALYSIS, DATA STORAGE, CLIENT APPLICATION, CLUSTERIZATION, TIME SERIES

Зміст

Вступ.....	8
РОЗДІЛ 1. Характеристика діяльності “Київської міської клінічної лікарні №3” та постановка задачі дослідження.....	12
1.1. Загальна характеристика “Київської міської клінічної лікарні №3”	12
1.2. Діяльність лікарні в період пандемії	13
1.3. Стан автоматизації “Київської міської клінічної лікарні №3” ..	13
1.4. Аналіз наявних на ринку систем	15
1.5. Постановка задачі дослідження	20
1.6. Висновки до першого розділу	22
РОЗДІЛ 2. Дослідження та обґрунтування вибору методів інтелектуального аналізу даних для київської міської клінічної лікарні №3	23
2.1. Поняття Data Mining	23
2.2. Методи інтелектуального аналізу даних	25
2.2.1. Прогнозування	25
2.2.2. Дерева рішень	26
2.2.3. Кластеризація	31
2.2.4. Нейронні мережі	31
2.2.5. Класифікація	32
2.3. Класифікація методів прогнозування	34
2.4. Методи прогнозування на основі часових рядів	36
2.4.1. Загальна характеристика часових рядів	36
2.4.2. Згладжування значень часового ряду методом ковзного середнього	41
2.4.3. Метод Хольта-Вінтерса	42
2.4.4. Метод експоненціального згладжування	43
2.4.5. Метод Хольта	43
2.5. Обґрунтування вибору методів прогнозування для аналізу потреби лікарні в ліжко-місцях	43
2.6. Обґрунтування вибору методів прогнозування кількості хворих на коронавірус в “Київській міській клінічній лікарні №3”	44

2.7. Метод кластеризації для аналізу розміщення ліжко-місць.....	45
2.8. Алгоритм роботи інформаційно-аналітичної системи	45
3. Висновки до другого розділу.....	45
РОЗДІЛ 3. Розробка інформаційно-аналітичної системи підтримки діяльності лікарні	47
3.2. Розробка клієнтського додатку	47
3.3. Аналіз даних зі сховища даних “Ліжко-місця”	54
3.3.1. Проведення прогнозу в Analysis Services.....	54
3.3.2. Проведення прогнозу з використанням методу Хольта-Вінтерса	56
3.3.3. Проведення прогнозу з використанням методу експоненціального згладжування.....	60
3.3.4 Порівняння прогнозів по кількості хворих в хірургічному відділенні на наступний період.	62
3.4. Аналіз даних про надходження хворих на коронавірус в “Київську міську клінічну лікарню №3”	63
3.4.1. Проведення прогнозу з використанням методу Хольта	63
3.4.2. Проведення прогнозу з використанням методу експоненціального згладжування.....	66
3.4.3 Порівняння результатів прогнозів по потоку хворих на COVID-19 в “Київську міську клінічну лікарню №3”	67
3.5. Проведення аналізу з використанням методу кластеризації.....	68
4. Висновки до третього розділу.....	69
Висновки	71
Список використаних джерел.....	73
Додаток А Схема сховища даних в MS SQL Server	76
Додаток Б Програмний код.....	77

Вступ

Актуальність теми. Висока якість лікування залежить від багатьох факторів: кваліфікований медичний персонал, якісні медичні препарати, які вчасно доставлені до хворих, правильний підхід до лікування хворих та комфортні умови лікування.

Автоматизація і інформатизація лікувально-профілактичних установ (ЛПУ)– одна з найбільших проблем 21-го століття. Саме її рішення дозволить спростити і оптимізувати документообіг, зменшити кількість помилок медперсоналу, зробити роботу ЛПУ більш ефективною і помітно поліпшити якість послуг, що надаються пацієнтам.

При використанні інформаційно-аналітичної системи проведення аналізу потреб лікарні відбувається набагато простіше. При правильному розміщенні ліжко-місць в палатах відділень лікарні, хворих можна розмістити відразу та не витратити час на пошук вільних ліжко-місць. При своєчасній підготовці умов для лікування пацієнтів з коронавірусом, хворих, з даною хворобою, можна розміщувати в стаціонар оперативно та безпечно.

Для аналізу майбутніх надходжень пацієнтів, хворих на коронавірус, потрібно зібрати інформацію про кількість хворих у лікарні за попередні періоди. Проведення аналізу, для визначення потреб у ліжко-місцях відділень лікарні, ґрунтується на інформації про наявність хворих у палатах відділень в минулому.

При використанні автоматизованої системи достатньо лише ввести зібрані дані і система виконає обрахунки та виведе результати аналізу. Завдяки цьому, підвищиться якість управління розміщенням хворих, що позитивно вплине на якість лікування. Саме тому дана тема є актуальною і дана інформаційно-аналітична система є корисною для будь якого лікувально-профілактичного закладу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дана робота виконувалась згідно з планом та програмою наукових досліджень на

кафедрі інформаційних систем Національного університету харчових технологій за тематикою "Дослідження та впровадження інформаційних технологій у галузях харчової промисловості та освіти, № держреєстрації 0117U003475".

Об'єкт дослідження. Процес визначення потреб в ліжко-міцях у відділеннях лікарні, процес створення умов для лікування хворих від коронавірусу.

Предмет дослідження. Методи за засоби ІАД для формування управлінських рішень щодо виявлення потреби у ліжко-міцях відділень лікарні, створенні умов для лікування пацієнтів хворих на COVID-19.

Мета й завдання дослідження. Метою магістерської роботи є дослідження та використання існуючих методів інтелектуального аналізу, в інформаційно-аналітичній системі діяльності лікарні, для визначення потреби у ліжко-міцях в період пандемії. Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні завдання:

1. Дослідити особливості функціонування лікарні №3 та рівень автоматизації бізнес процесів.
2. Дослідити проблеми в забезпеченні ліжко-міцями пацієнтів хворих на COVID-19 в лікарні №3.
3. Дослідити та обґрунтувати вибір методів інтелектуального аналізу даних для визначення потреби в ліжко-міцях у відділеннях лікарні та для пацієнтів хворих на COVID-19.
4. Розробити алгоритм функціонування інформаційно-аналітичної системи.
5. Розробити структуру сховища даних для забезпечення виконання алгоритму функціонування інформаційно-аналітичної системи.
6. Створити клієнтський додаток, у вибраному середовищі розробки, для заповнення сховища даних і виведення результатів прогнозування.
7. Провести аналіз потреби у ліжко-міцях у відділеннях лікарні, в тому числі для хворих на COVID-19.

8. Підготувати аналітичну довідку для ОПР.

Методи дослідження. Прогнозування для визначення потреби у ліжко-місцях для хворих на COVID-19 в наступних місяцях. Кластеризація для виявлення прихованих закономірностей, в тому числі, для визначення кількості хворих в певному відділенні за заданий період часу.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у:

Вперше:

- Запропоновано комплексне використання методів інтелектуального аналізу даних для визначення потреб у ліжко-місцях відділень лікарні, в період пандемії, що знайшло своє відображення в алгоритмі функціонування інформаційно-аналітичної системи.
- Розроблено структуру сховища даних для забезпечення виконання алгоритму функціонування інформаційно-аналітичної системи

Практичне значення отриманих результатів. Практичне значення отриманих результатів полягає в розробленні та використанні інформаційно-аналітичної системи для прийняття управлінських рішень щодо розміщення хворих, в тому числі хворих на COVID-19, в “Київській міській клінічній лікарні №3”.

Особистий внесок здобувача. Всі дослідження методів інтелектуального аналізу даних, та програмна реалізація інформаційно-аналітичної системи у магістерській роботі, що захищається, одержані автором самостійно.

Апробація результатів магістерської роботи. Дана робота була представлена на міжнародній науковій конференції «Сучасні тенденції розвитку інформаційних систем і телекомунікаційних технологій» січень 2021р., м.Київ.

Публікації. Ключові положення магістерської роботи опубліковані в матеріалах:

Тополь В.В. М'якшило О.М. Дослідження та розроблення інформаційно-аналітичної системи підтримки діяльності лікарні// Матеріали третьої міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні тенденції розвитку інформаційних систем і телекомунікаційних технологій». 2021р. с. 167

Структура та обсяг магістерської роботи. Магістерська робота містить вступ, 3 розділи, 4 висновка, список літератури з 25 найменувань. Основна частина викладена на 81 сторінці друкованого тексту. Робота включає 37 ілюстрацій та 2 таблиці.

РОЗДІЛ 1. Характеристика діяльності “Київської міської клінічної лікарні №3” та постановка задачі дослідження

1.1. Загальна характеристика “Київської міської клінічної лікарні №3”

Київська міська клінічна лікарня №3 є багатoproфільна, в котрій працює близько 1500 персоналу. Тут рятують життя постраждалим у ДТП, ставлять на ноги після інсульту. До даної лікарні входять такі відділення: терапевтичне, ревматологічне, кардіологічне, гастроентерологічне, неврологічне відділення №1, неврологічне відділення №2, кардіологічне відділення для хворих на інфаркт міокарда, офтальмологічне, відділення кістково-гнійної хірургії, хірургічне відділення, відділення гнійної хірургії, урологічне відділення, Київський міський центр хірургії шийки стегна та пошкоджень великих суглобів кінцівок, Київський міський центр пластичної мікрохірургії та хірургії кисті, Український медичний центр інтенсивної терапії сепсису, Київський міський центр ендокринної хірургії, приймальне відділення, фізіотерапевтичне відділення, відділення функціональної діагностики, рентгенологічне відділення, відділення ультразвукової діагностики, клініко-діагностична лабораторія, ендоскопічне відділення, патологоанатомічне відділення, відділення трансфузіології. Дана лікарня крім стаціонарної допомоги також надає допомогу хворим за направленням їхніх сімейних лікарів. Лікарня для лікування хворих має сучасне обладнання таке як електронна та ультразвукова апаратура, магнітно-резонансна та комп'ютерна томографія, системи телемедицини. Організаційна структура даної лікарні представлена на Рис. 1.

Київською міською клінічною лікарнею №3 керує головний лікар. Йому підпорядковується заступник з економічних питань, два заступники з медичної частини та головний бухгалтер. Один заступник з медичної частини керує стаціонаром, а інший – лікувально-діагностичним відділенням. Заступник з економічних питань керує економічним відділом

та відділом прийому та видачі медикаментів. Головний бухгалтер керує бухгалтерією.

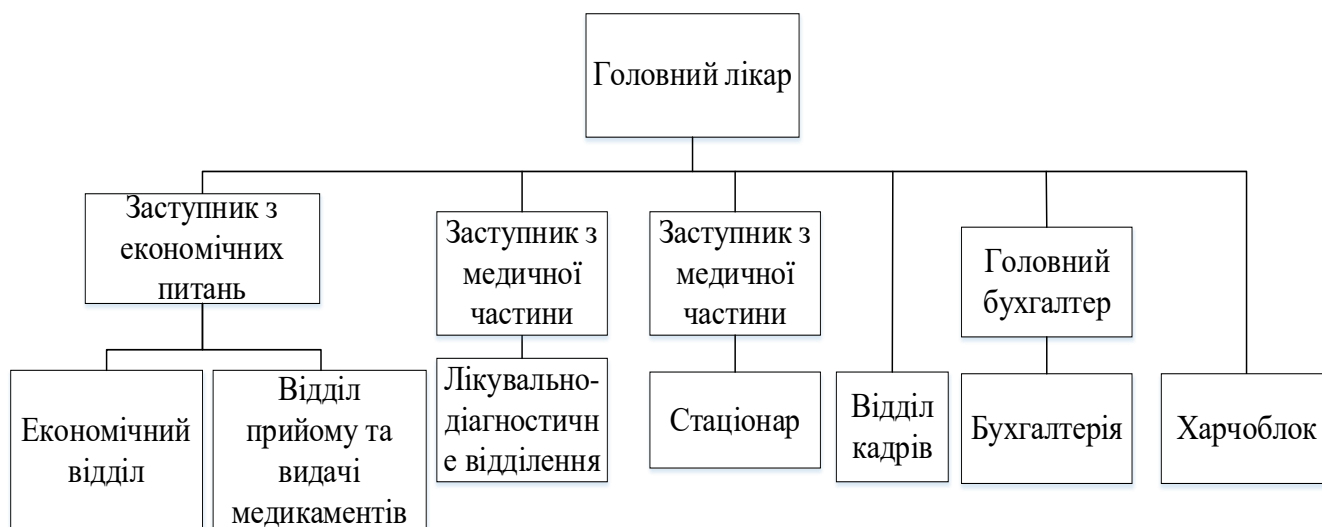


Рис. 1. Організаційна структура лікарні

1.2. Діяльність лікарні в період пандемії

Київська міська клінічна лікарня №3 приймає хворих на COVID-19 з серпня 2021 року. Спеціалізоване відділення, для таких хворих, було створено на базі інфекційного відділення, оскільки воно містить засоби захисту і ізоляції персоналу та пацієнтів. До листопада 2021 року відділення налічувало 30 ліжко-місць, які на період жовтень-листопад були заповнені хворими на 100%.

Починаючи з листопада 2021 року, лікарня наростила кількість ліжко-місць, для хворих на COVID-19, до 200. Наразі, відсоток заповненості ліжко-місць, для пацієнтів хворих на COVID-19, складає 40%. За потреби, якщо кількість пацієнтів зросте, лікарня має можливість наростити кількість ліжко-місць у інфекційному відділенні, за рахунок ліжко-місць у інших відділеннях лікарні.

1.3. Стан автоматизації “Київської міської клінічної лікарні №3”

На даний момент в лікарні використовується інформаційна система “EMCІMED”.

Медична інформаційна система "EMCIMEД" ставить собі за мету комплексну автоматизацію більшості процесів, що відбуваються всередині сучасних лікувально-профілактичних установ.

Серед інших медичних інформаційних систем на ринку України «EMCIMEД» як засіб автоматизації для ЛПУ відрізняється просунутою архітектурою, можливостями впровадження та супроводу, рівнем захисту даних і підтримкою інтеграції зі сторонніми продуктами. Завдяки своїй модульній структурі, система в кожному окремому випадку конфігурується під конкретні потреби установи і тому не вимагає реорганізації бізнес-процесів.

Таким чином, система «EMCIMEД» ідеально підійде як для поліклініки, так і для лікарні зі стаціонарним відділенням і навіть для медустанови, що займається науковою діяльністю. Все завдяки тому, що налаштування системи відбувається відштовхуючись від особливостей і процесів, що мають місце у певному закладі.

Вартість установки і супроводу також залежить від того, які модулі будуть використовуватися в роботі, так що не потрібно переплачувати за функції, які організації не потрібні.

За допомогою трирівневої архітектури системи, протоколювання даних і використання алгоритмів шифрування інформації забезпечується максимальна конфіденційність і захист даних ЛПУ від сторонніх осіб.

Ефективність системи підтверджують не тільки керівники медустанов, але і рядові користувачі - лікарі, медсестри та інший медперсонал. Справа в тому, що особливий акцент в інтерфейсі системи зроблений на зручність використання. Так, багато типові операції можна зробити в два кліка, в більшості полів існує функція заповнення і динамічного пошуку, а довідники завжди містять актуальну інформацію. Навчання персоналу також займає в більшості випадків не більше двох тижнів.

Недоліком «EMCIMEД» є те, що в системі не передбачено засобів аналізу та прогнозування наповненості ліжко-місць під час пандемії. Це є

форс мажорними обставинами і вони потребують додаткового вивчення і підготовки управлінських рішень.

1.4. Аналіз наявних на ринку систем

1.4.1. RapidMiner

RapidMiner(Рис. 2) - це потужна і розрахована на багато користувачів платформа, вона служить для створення, передачі і обслуговування наукомістких даних. Платформа RapidMiner пропонує більше функцій, ніж будь-яке інше візуальне рішення, плюс вона відкрита і розширювана для підтримки всіх потреб наукових даних.

Уніфікована платформа RapidMiner прискорює створення повних аналітичних робочих процесів - від підготовки даних до моделювання і до розгортання бізнесу - в єдиному середовищі, значно підвищуючи ефективність і скорочуючи час, необхідний для проектів в області даних.

RapidMiner - платформа, яка працює за принципом клієнт-серверної моделі, причому сервер може бути розміщений як у локальній, так і в хмарній інфраструктурі.

Крім того, ця платформа має великий функціонал який, представлений у вигляді блоків, які можна додавати в процес роботи з даними. Розробка і виконання аналітичних процесів в RapidMiner проводяться в графічному інтерфейсі.

Недоліком такої системи є певна складність налаштування на бізнес-процеси лікарні і необхідність додаткового навчання персоналу.



Рис. 2. RapidMiner

1.4.2. WEKA

Weka(Рис. 3) (Waikato Environment for Knowledge Analysis) - це програмне забезпечення для аналізу даних написано на Java.

Weka дозволяє виконувати такі завдання аналізу даних, як:

- підготовка даних - попередня обробка - preprocessing,
- відбір ознак - feature selection,
- кластеризація,
- класифікація, зокрема, дерева рішень,
- пошук асоціативних правил,
- регресійний аналіз,
- візуалізація результатів.

Weka добре підходить для розробки нових підходів в машинному навчанні. Weka - набір засобів візуалізації та бібліотека алгоритмів машинного навчання для вирішення завдань інтелектуального аналізу даних (data mining) та прогнозування.

Система дозволяє безпосередньо застосовувати алгоритми до вибірок даних, а також викликати алгоритми з програм на мові Java. Користувачами

Weka є дослідники в області машинного навчання і прикладних наук. Вона також широко використовується в навчальних цілях.

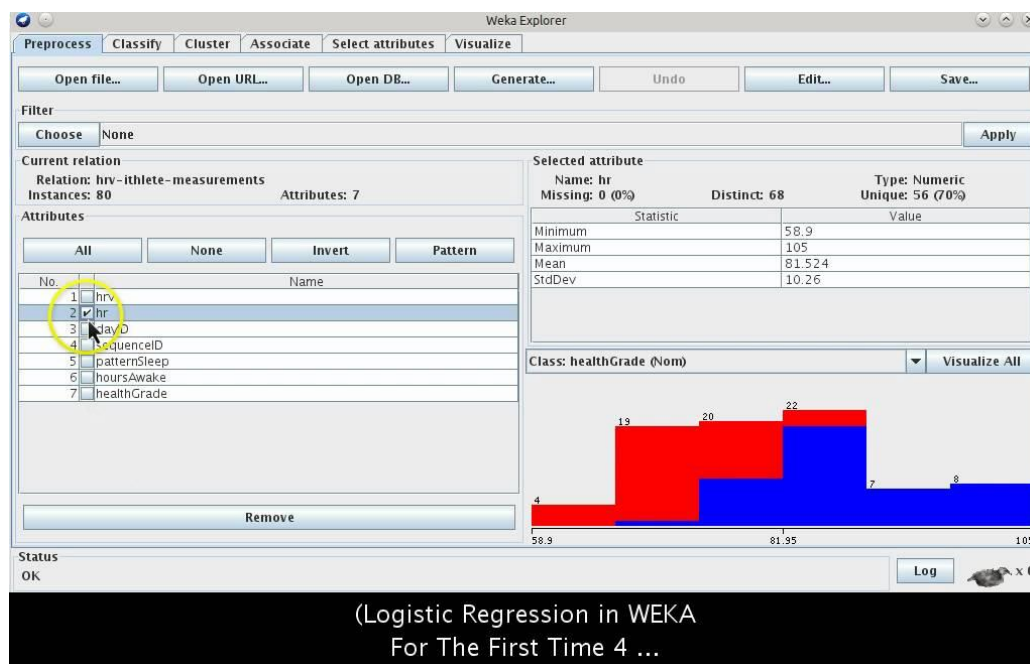


Рис. 3. WEKA

Не орієнтована на бізнес-процеси, що відбуваються в лікарні. Потребує додаткового налаштування, немає алгоритмів прогнозування.

1.4.3. KNIME

KNIME (Рис. 4) є безкоштовною платформою для аналізу даних, звітності та інтеграції з відкритим вихідним кодом. KNIME об'єднує різні компоненти для машинного навчання та інтелектуального аналізу даних завдяки своїй модульній концепції конвеєрної передачі даних.

KNIME дозволяє користувачам візуально створювати потоки даних (або конвеєри), вибірково виконувати деякі або всі етапи аналізу, а згодом перевіряти результати, моделі, використовуючи інтерактивні віджети та подання. KNIME написаний на Java та базується на Eclipse. Він використовує механізм розширення для додавання плагінів, що забезпечують додаткову функціональність. Основна версія вже включає сотні модулів для інтеграції даних (файлові введення-виведення, вузли баз даних, що підтримують усі загальні системи управління базами даних через JDBC або власні роз'єми: SQLite, MS-Access, SQL Server, MySQL, Oracle,

PostgreSQL, Vertica та H2), перетворення даних (фільтр, перетворювач, розгалужувач, комбайнер, столяр), а також загальнозживані методи статистики, аналізу даних та аналізу тексту.

У Knime процес програмування логіки здійснюється через створення Workflow. Workflow складається з вузлів які виконують ту чи іншу функцію (наприклад читання даних з БД, трансформація, візуалізація). Вузлі, відповідно, з'єднуються між собою стрілочками які показують напрямок руху даних.

Після того як workflow створений - його можна запустити на виконання. Після того як workflow запуснений на виконання, в базовому сценарії вузли workflow починають відпрацьовувати один за одним, починаючи з самого першого. Якщо в ході виконання того чи іншого вузла сталася помилка, то виконання всієї гілки наступної за ним припиняється. Існує можливість перезапуску workflow не з першого, а з довільного вузла.

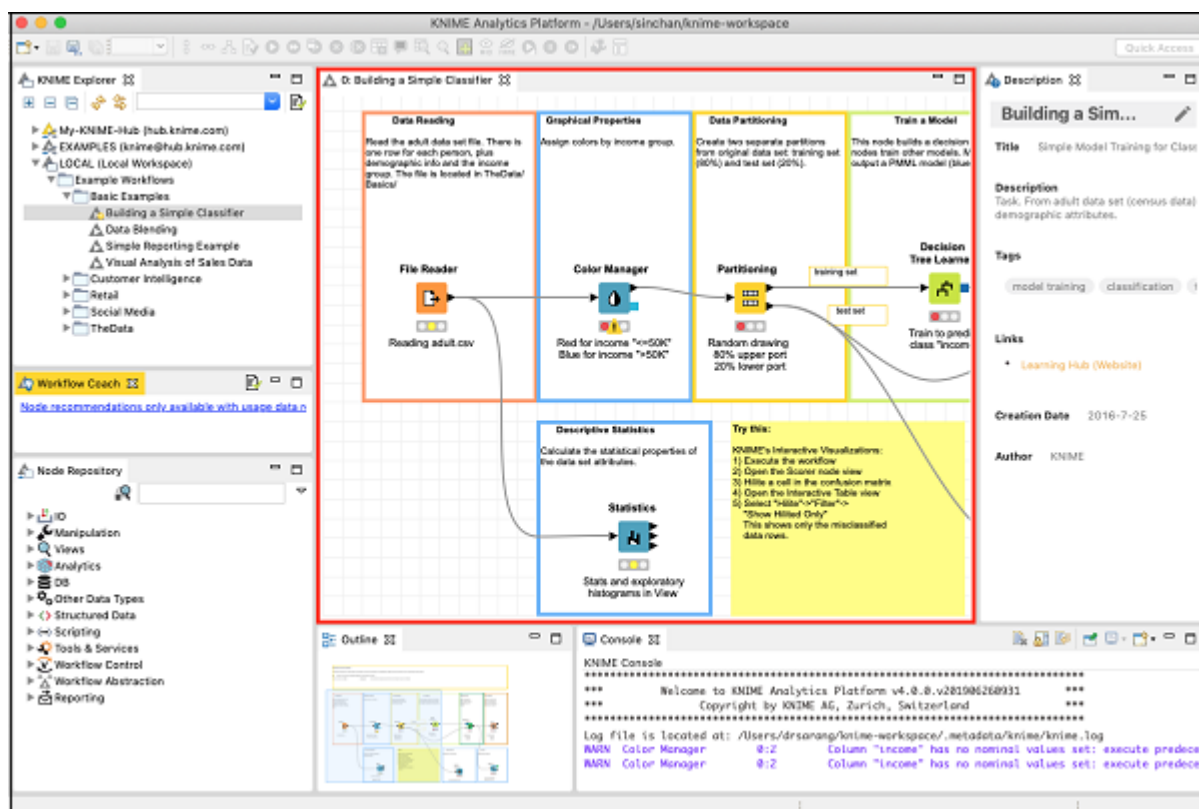


Рис. 4. KNIME

Недоліком такої системи є певна складність налаштування на бізнес-процеси лікарні і необхідність додаткового навчання персоналу.

1.4.4. Причини для розробки власної інформаційно-аналітичної системи

Було вирішено розроблювати власну інформаційно-аналітичну систему підтримки діяльності лікарні по декільком причинам:

- При впровадженні власної інформаційно-аналітичної системи є можливість розширювати систему
- Не потрібно платити за зайві функції, які є в системах-аналогах
- Інформаційно-аналітична система буде більш адаптованою під лікарню так як вона буде розроблятися спеціально для даної лікарні
- Розробка власного програмного продукту обійдеться дешевше ніж щомісячна плата за користування системами-аналогами

Табл. 1. Порівняння систем аналогів

Назва системи Критерії порівняння	"EMCIMEД"	RapidMiner	WEKA	KNIME	Інформаційно-аналітична система
Можливість додавання нових функцій	Немає	Немає	Система з відкритим кодом	Система з відкритим кодом	Система з відкритим кодом
Потреба у навчанні персоналу	Має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс	+	+	+	Має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс
Спеціалізація для медустанов	+	-	-	-	+
Функції аналізу та прогнозування	-	+ -	+ -	+ -	+
Вартість	Залежить від конфігурації	Висока	Висока	Висока	Низька

1.5. Постанова задачі дослідження

На сьогоднішній день лікарня має багато різних завдань для надання якісної медичної допомоги хворим у стаціонарі, особливо у період пандемії. Завданням є надавати якісну медичну допомогу без затримок. Інформація, яка накопичується лікарнею при наданні медичних послуг може бути джерелом аналізу для підвищення ефективності роботи лікарні.

Інформаційний ресурс доцільно використати для формування управлінських рішень на основі результатів прогнозування та аналізу отриманих результатів. Для проведення аналізу слід вирішити наступні задачі:

1. Дослідити та обґрунтувати вибір методів інтелектуального аналізу даних для визначення потреби в ліжко-міцях у відділеннях лікарні та для пацієнтів хворих на COVID-19.
2. Розробити алгоритм функціонування інформаційно-аналітичної системи.
3. Розробити структуру сховища даних для забезпечення виконання алгоритму функціонування інформаційно-аналітичної системи.
4. Створити клієнтський додаток, у вибраному середовищі розробки, для заповнення сховища даних і виведення результатів прогнозування.
5. Провести аналіз потреби у ліжко-міцях у відділеннях лікарні, в тому числі для хворих на COVID-19.
6. Підготувати аналітичну довідку для ОПР.

На рис.5 наведено діаграму використання інформаційно-аналітичної системи лікарні.



Рис. 5. Діаграма використання системи

Варіанти використання ілюструють функції системи. Класи ілюструють об'єкти, які мають бути в системі. На даній діаграмі зображено три ролі: головний лікар, аналітик, старша медсестра. Старша медсестра виконує такі дії: “Формування звіту про потік хворих з урахуванням сезонності”, “Заповнення сховища даними про потік хворих на коронавірус”, “Заповнення сховища даними про потік хворих на коронавірус”. Аналітик бере участь в таких варіантах використання: “Проведення прогнозування кількості хворих у відділеннях”, “Проведення прогнозування кількості хворих на коронавірус”, “Проведення кластеризації”. Головний лікар отримує результати аналізу.

1.6. Висновки до першого розділу

1. В результаті аналізу діяльності “Київської міської клінічної лікарні №3” було визначено, що існує потреба у впровадженні інформаційно-аналітичної системи підтримки діяльності лікарні, яка дасть можливість визначити скільки ліжок-місць буде потребувати кожне відділення лікарні, в наступний період часу, та спрогнозувати кількість хворих на COVID-19, в лікарні, в наступні місяці.

2. Власна розробка має задовольнити потреби персоналу лікарні так як вона буде створюватись саме для даної лікарні.

Дослідження методів інтелектуального аналізу даних та вибір найбільш ефективних для вирішення поставлених завдань описано в розділі 2.

РОЗДІЛ 2. Дослідження та обґрунтування вибору методів інтелектуального аналізу даних для київської міської клінічної лікарні №3

2.1. Поняття Data Mining

Data mining - це автоматизований пошук даних, заснований на аналізі величезних масивів інформації. Знання даних закономірностей допомагає прийняти ефективне управлінське рішення і оптимізувати бізнес-процеси.[16]

В основу сучасної технології Data Mining покладено концепцію шаблонів, що відображають фрагменти багатоаспектних взаємовідносин у даних. Ці шаблони є закономірності, які властиві підвибіркам даних, які можуть бути компактно виражені у зрозумілій формі для людського сприйняття. Пошук шаблонів проводиться методами, що не обмежені рамками апріорних припущень про структуру вибірки і вигляду розподілів значень аналізованих показників.

Методи Data Mining ґрунтуються на базі різних наукових дисциплін: статистики, теорії баз даних, штучного інтелекту, алгоритмізації, візуалізації та інших наук.

Технологія Data Mining застосовується практично скрізь, де виникає завдання автоматичного аналізу даних. Основні сфери застосування технології Data Mining: наука, бізнес, дослідження для уряду і Web-напрямок. Широке поширення ці методи отримали також в медичних дослідженнях.

Фундаментально data mining ґрунтується на 3-х поняттях:

- Математична статистика- є основою більшості технологій, що використовуються для data mining, наприклад, кластерний аналіз, регресійний аналіз, дискриментний аналіз та ін .;
- Штучний інтелект - відтворення нейронної мережі мислення людини в цифровому вигляді;

- Машинне навчання - сукупність статистики і штучного інтелекту, що сприяє розумінню комп'ютерами даних, які вони обробляють для вибору найбільш підходящого методу або методів аналізу.

У data mining використовуються наступні основні класи задач:

- виявлення відхилень - виявлення даних, що відрізняються з якими-небудь параметрами із загальної маси;
- навчання асоціаціям - пошук взаємозв'язків між подіями;
- кластеризація - групування наборів даних, без заздалегідь відомих шаблонів;
- класифікація - узагальнення відомого шаблону для застосування до нових даних;
- регресія - пошук функції, що відображає набір даних з найменшим відхиленням;
- підведення підсумків - відображення в стислому вигляді вихідної інформації, включно з наданням звітів і візуалізацію.

Властивості виявлення знань є такі:

- Знання повинні бути нові, раніше невідомі. Витрачені зусилля на відкриття знань, які вже відомі користувачеві, не окупаються. Тому цінність представляють саме нові, раніше невідомі знання.
- Знання повинні бути нетривіальні. Результати аналізу повинні відображати неочевидні, несподівані закономірності в даних, що становлять так звані приховані знання. Результати, які могли б бути отримані більш простими способами (наприклад, візуальним переглядом), не виправдовують залучення потужних методів DataMining.
- Знання повинні бути практично корисні. Знайдені знання повинні бути застосовні, в тому числі і на нових даних, з досить високим ступенем достовірності. Корисність полягає в тому, щоб ці знання могли принести певну вигоду при їх застосуванні.

- Знання повинні бути доступні для розуміння людині. Знайдені закономірності повинні бути логічно пояснити, в іншому випадку існує ймовірність, що вони є випадковими. Крім того, виявлені знання повинні бути представлені в зрозумілому для людини вигляді.

У DataMining для представлення отриманих знань служать моделі. Види моделей залежать від методів їх створення. Найбільш поширеними є: правила, дерева рішень, кластери і математичні функції.

2.2. Методи інтелектуального аналізу даних

2.2.1. Прогнозування

Прогнозування визначається як «випереджаюче відображення майбутнього». Основною метою методу прогнозування є передбачення майбутніх подій, станів різних процесів і об'єктів, явищ. Задача прогнозування вирішуються в найрізноманітніших галузях людської діяльності, таких як наука, виробництво, економіка і багато інших.

Термін прогнозування не має чітко окреслених меж. Прогнозування є однією із задач інтелектуального аналізу даних і одночасно одним з ключових моментів при прийнятті рішень.

Прогнозування направлено на визначення параметрів динаміки конкретного об'єкта або процесу на основі ретроспективних даних, тобто аналізу його стану в минулому. Таким чином, рішення задачі прогнозування вимагає деякого навчального набору даних.

Виділяються такі методи прогнозування:

- Моделювання – створення мат. моделей, які на основі аналізу ретроспективних даних можуть оцінювати найбільш імовірні значення в майбутньому.
- Екстраполяція – поширення закономірностей та тенденцій, які діють у минулому на майбутнє.
- Експертні оцінки – висновки про майбутнє виносять експерти предметної області на основі своїх знань і досвіду.

При прогнозуванні використовують такі прийоми:

- Комп'ютерне моделювання.
- Метод історичної аналогії.
- Розробка сценаріїв.

Методи прогнозування поділяються на:

- Евристичні - засновані на алгоритмах та методах, що не мають строгого математичного обґрунтування, але дають прийнятний результат в більшості практично значимих випадків.
- Математичні - методи, строго математично обґрунтовані, але не завжди практично реалізовані.

2.2.2. Дерева рішень

Дерева рішень являють собою ієрархічні деревоподібні структури, що складаються з правил виду «Якщо ..., то ...». Оскільки правила в деревах рішень виходять шляхом узагальнення безлічі окремих спостережень, що описують предметну область, то за аналогією з відповідним методом логічного висновку їх називають індуктивними правилами, а сам процес навчання - індукцією дерев рішень.[17]

У навчальній множині для прикладів має бути задано цільове значення, тому що дерева рішень є моделями, що будуються на основі навчання з учителем. При цьому, якщо цільова змінна дискретна, то модель називають деревом класифікації, а якщо безперервна, то деревом регресії.

Дерево рішень - метод уявлення вирішальних правил в певній ієрархії, що включає в себе елементи двох типів - вузлів (node) і листя (leaf). Вузли включають в себе вирішальні правила і проводять перевірку прикладів на відповідність обраного атрибута навчальної множини.

Простий випадок: приклади потрапляють в вузол, проходять перевірку і розбиваються на дві підмножини:

- першу - ті, які задовольняють встановлене правило;
- другу - ті, які не задовольняють встановлене правило.

Далі до кожної підмножини знову застосовується правило та процедура повторюється. Це триває, поки не буде досягнута умова зупинки алгоритму.

Лист визначає рішення для кожного потрапив в нього приклад. Для дерева класифікації - це клас, що асоціюється з вузлом, а для дерева регресії - відповідний листу модальний інтервал цільової змінної. У листі міститься не правило, а підмножина об'єктів, які відповідають всім правилам гілки, яка закінчується цим листом.

Приклад потрапляє в лист, якщо відповідає всім правилам на шляху до нього. До кожного листа є тільки один шлях. Таким чином, приклад може потрапити тільки в один лист, що забезпечує єдність розв'язку.

Приклад дерева рішень представлений на Рис. 6.

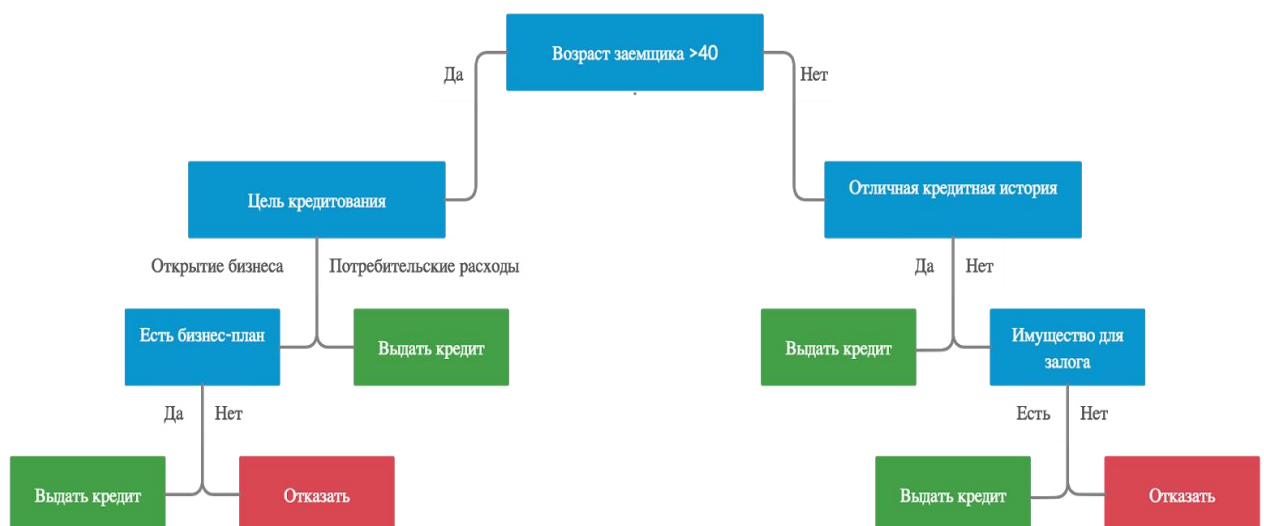


Рис. 6. Дерево рішень

Дерева рішень застосовують для підтримки процесів прийняття управлінських рішень, які використовуються в статистиці, аналізі даних і машинному навчанні. Інструмент допомагає вирішувати наступні завдання:

- Класифікація. Віднесення об'єктів до одного з заздалегідь відомих класів. Цільова змінна повинна мати дискретні завдання.
- Регресія. Передбачення числового значення незалежної змінної для заданого вхідного вектора.

- Опис об'єктів. Набір правил в дереві рішень дозволяє компактно описувати об'єкти. Тому замість складних структур, які використовуються для опису об'єктів, можна зберігати дерева рішень.

Основне завдання при побудові дерева рішень - послідовно і рекурсивно розбити навчальну множину на підмножини з застосуванням вирішальних правил в вузлах. Цей процес продовжують до того, поки всі вузли в кінці гілок не стануть листами.

Вузол стає листом в двох випадках:

- природним чином - коли він містить єдиний об'єкт або об'єкт тільки одного класу;
- після досягнення заданої умови зупинки алгоритм - наприклад, мінімально допустимої кількості прикладів в вузлі або максимальної глибини дерева.

В основі побудови лежать алгоритми, що допускають локально-оптимальні рішення на кожному кроці (розбиття в вузлах), які призводять до оптимального підсумкового рішення. Тобто при виборі одного атрибута і творі розбиття по ньому на підмножини, алгоритм не може повернутися назад і вибрати інший атрибут, навіть якщо це дасть краще підсумкове розбиття. Отже, на етапі побудови дерева рішень можна точно стверджувати, що вдасться домогтися оптимального розбиття.

Сьогодні існує багато алгоритмів навчання: ID3, CART, C4.5, C5.0, NewId, ITrule, CHAID, CN2 і інші. Найпопулярнішими вважаються:

- ID3 . Алгоритм дозволяє працювати тільки з дискретної цільової змінної. Деревя рішень, побудовані на основі ID3, виходять кваліфікуючими. Число нащадків в вузлі необмежено. Алгоритм не працює з пропущеними даними.
- C4.5. «Просунута» версія ID3, доповнена можливістю роботи з пропущеними значеннями атрибутів. У 2008 році видання Spring Science провело дослідження і виявило, що C4.5 - найпопулярніший алгоритм Data Mining.

- CART (Classification and Regression Tree). Алгоритм вирішує завдання класифікації і регресії, так як дозволяє використовувати дискретну та неперервну цільові змінні. CART будує дерева, в кожному вузлі яких тільки два нащадка.

Побудова дерева рішень здійснюється в 4 етапи:

- Вибрати атрибут для здійснення розбиття в даному вузлі.
- Визначити критерій зупинки навчання.
- Вибрати метод відсікання гілок.
- Оцінити точність побудованого дерева.

Розбиття має здійснюватися за певним правилом, для якого і вибирають атрибут. Причому обраний атрибут повинен розбити безліч спостережень в вузлі так, щоб результуючі підмножини містили приклади з однаковими мітками класу або були максимально наближені до цього. Іншими словами - кількість об'єктів з інших класів в кожному з цих множин має бути якомога менше.

Критеріїв існує багато, але найбільшою популярністю користуються теоретико-інформаційний та статистичний.

В основі теоретико-інформаційного критерію лежить інформаційна ентропія, яка обраховується за формулою (1):

$$H = - \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{N} \log \left(\frac{N_i}{N} \right) \quad (1)$$

де n - число класів у вихідній підмножині, N_i - число прикладів i -го класу, N - загальне число прикладів в підмножині.

Ентропія розглядається як міра неоднорідності підмножини за представленими в ньому класів. І навіть якщо класи представлені в рівних частках, а невизначеність класифікації найбільша, то ентропія теж максимальна. Логарифм від одиниці буде звертати ентропію в нуль, якщо всі приклади вузла належать до одного класу.

Якщо обраний атрибут розбиття A_j забезпечує максимальне зниження ентропії результуючого підмножини щодо батьківського, його можна вважати найкращим.

Але на ділі про ентропію говорять рідко. Фахівці приділяють увагу зворотній величині - інформації. В такому випадку кращим атрибутом буде той, який забезпечить максимальний приріст інформації результуючого вузла щодо вихідного(2):

$$\text{Gain}(A) = \text{Info}(S) - \text{Info}(S_A) \quad (2)$$

де $\text{Info}(S)$ - інформація, пов'язана з підмножиною S до розбиття, $\text{Info}(S_A)$ - інформація, пов'язана з підмножиною, отриманою при розбитті атрибута A .

Завдання вибору атрибута в такій ситуації полягає в максимізації величини $\text{Gain}(A)$, яку називають приростом інформації. Тому теоретико-інформаційний підхід також відомий під назвою “критерій приросту інформації.”

В основі цього методу лежить використання індексу Джині. Він показує, як часто випадково обраний приклад навчальної вибірки буде розпізнано неправильно. Важлива умова - цільові значення повинні братися з певного статистичного розподілу.

Якщо говорити простіше, то індекс Джині показує відстань між розподілами цільових значень і передбаченнями моделі. Мінімальне значення показника говорить про хорошу роботу моделі.

Індекс Джині розраховується за формулою(3):

$$\text{Gini}(Q) = 1 - \sum_{i=1}^n p_i^2 \quad (3)$$

де Q - результуюча множина, n - число класів в ньому, p_i - ймовірність i -го класу.

Значення показника змінюється від 0 до 1. Якщо індекс дорівнює 0, значить, всі приклади результуючої множини відносяться до одного класу. Якщо дорівнює 1, значить, класи представлені в рівних пропорціях і різновірогідні. Оптимальним вважають те розбиття, для якого значення індексу Джині мінімальні.

2.2.3. Кластеризація

Кластеризація (або кластерний аналіз) - це задача розбиття множини об'єктів на групи, які називаються кластерами. У середині кожної групи повинні виявитися «схожі» об'єкти, а об'єкти різних групи повинні бути якомога більш відмінні.

Кластеризація, яку іноді називають «сегментацією» є виділенням з вихідного безлічі даних груп об'єктів зі схожими властивостями і часто виступає першим кроком при аналізі даних.[18]

Завдання кластеризації формували в таких наукових напрямках, як розпізнавання образів, машинне навчання, оптимізація, статистика. Головна відмінність кластеризації від класифікації полягає в тому, що перелік груп чітко не заданий і визначається в процесі роботи алгоритму.

Застосування кластеризації в загальному зводиться до таких етапів:

- Відбір вибірки об'єктів для кластеризації.
- Визначення множини змінних, за якими будуть оцінюватися об'єкти у вибірці. При необхідності - нормалізація значень змінних.
- Обчислення значень міри схожості між об'єктами.
- Застосування методу кластерного аналізу для створення груп схожих об'єктів (кластерів).
- Представлення результатів аналізу.

2.2.4. Нейронні мережі

Нейромережа - це математична модель у вигляді програмного і апаратного втілення, що будується на принципах функціонування біологічних нейромереж.[19] Штучні нейронні мережі не програмуються в

звичайному розумінні цього слова, вони навчаються. Можливість навчання — одна з головних переваг нейронних мереж перед традиційними алгоритмами. Технічно, навчання полягає в знаходженні коефіцієнтів зв'язків між нейронами. В процесі навчання нейронна мережа здатна виявляти складні залежності між вхідними даними й вихідними, а також здійснювати узагальнення. Для процесу навчання необхідно мати модель зовнішнього середовища, у якій функціонує нейронна мережа – потрібну для вирішення задачі інформацію. По-друге, необхідно визначити, як модифікувати вагові параметри мережі.

Переваги та недоліки популярних нейронних мереж в data mining наведені в табл. 2

Таблиця 2. Переваги та недоліки популярних нейронних мереж

Тип нейронної мережі	Область застосування	Переваги	Недоліки
Мережа Кохонена	Класифікація, кластерний аналіз, прогнозування, стиснення даних	Стійкість до зашумлених даних, некероване навчання, швидке навчання, можливість візуалізації, можливість спрощення багатовимірної структури	Евристичність алгоритму навчання,
Нечітка нейронна мережа	Класифікація, прогнозування	Хороша збіжність, швидке навчання, наочність роботи, легко визначити розмір мережі, допустимість до зашумлених і неточних даних, здатність апроксимувати функції будь-якого ступеня нелінійності, паралельні обчислення	Апріорне визначення компонентів

2.2.5. Класифікація

Класифікація – це найбільш поширена і проста задача інтелектуального аналізу даних. В результаті рішення задачі класифікації

виявляються ознаки, які характеризують групи об'єктів досліджуваного набору даних - класи. За цими ознаками новий об'єкт відносять до того чи іншого класу. Для вирішення завдання класифікації можуть використовуватися методи: індукція дерев рішень, байєсовські мережі, метод найближчого сусіда, нейронні мережі, K-найближчого сусіда.

Класифікація - це закономірність, що дозволяє робити висновок щодо визначення характеристик конкретної групи. Таким чином, для проведення класифікації повинні бути присутні ознаки, що характеризують групу, до якої належить та чи інша подія або об'єкт.

Класифікація відноситься до стратегії навчання з учителем, яке також називають контрольованим або керованим навчанням.

Завданням класифікації часто називають передбачення категоріальної залежної змінної (тобто залежною змінною, яка є категорією) на основі вибірки безперервних і / або категоріальних змінних.

Мета процесу класифікації полягає в тому, щоб побудувати модель, яка використовує прогнозує атрибути в якості вхідних параметрів і отримує значення залежного атрибута. Процес класифікації полягає в розбитті множини об'єктів на класи за певним критерієм.

Класифікатором називається деяка сутність, яка визначає, якому з визначених класів належить об'єкт по вектору ознак.

Для проведення класифікації за допомогою математичних методів необхідно мати формальний опис об'єкта, яким можна оперувати, використовуючи математичний апарат класифікації.

Кожен об'єкт (запис бази даних) несе інформацію про деяку властивість об'єкта.

Набір вихідних даних (або вибірку даних) розбивають на дві множини: навчальну і тестову.

Навчальна множина (training set) – множина, яка включає дані, що використовуються для навчання моделі.

Така множина містить вхідні та вихідні (цільові) значення прикладів. Вихідні значення призначені для навчання моделі.

Тестова (test set) множина також містить вхідні та вихідні значення прикладів. Тут вихідні значення використовуються для перевірки працездатності моделі.

Процес класифікації складається з двох етапів: конструювання моделі та її використання.

1. Конструювання моделі: опис множини визначених класів.

- Кожний приклад набору даних відноситься до одного передвизначеного класу.
- На цьому етапі використовується навчальна множина і на ньому відбувається конструювання моделі.
- Отримана модель представлена класифікаційними правилами, деревом рішень або математичною формулою.

2. Використання моделі: класифікація нових або невідомих значень.

- Оцінка правильності (точності) моделі.
- Якщо точність моделі допустима, можливе використання моделі для класифікації нових прикладів, клас яких невідомий.

2.3. Класифікація методів прогнозування

Методи прогнозування поділяються на інтуїтивні та формалізовані. (Рис. 7). Інтуїтивні методи прогнозування мають справу з судженнями і оцінками експертів. На сьогоднішній день вони часто застосовуються в маркетингу, економіці, політиці, так як система, поведінка якої необхідно спрогнозувати, чи дуже складна і не піддається математичному опису, або дуже проста і в такому описі не потребує.

Формалізовані методи - описані в літературі методи прогнозування, в результаті яких будують моделі прогнозування, тобто визначають таку математичну залежність, яка дозволяє обчислити майбутнє значення процесу, тобто зробити прогноз.

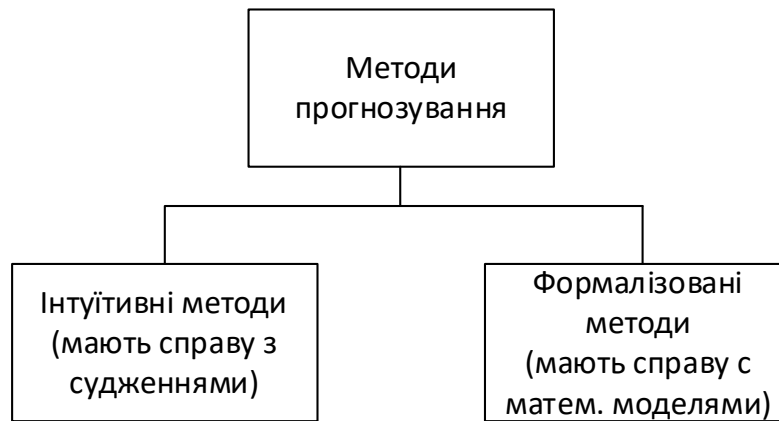


Рис. 7. Методи прогнозування

Моделі часових рядів можна розділити на дві групи: статистичні та структурні. (Рис. 8)

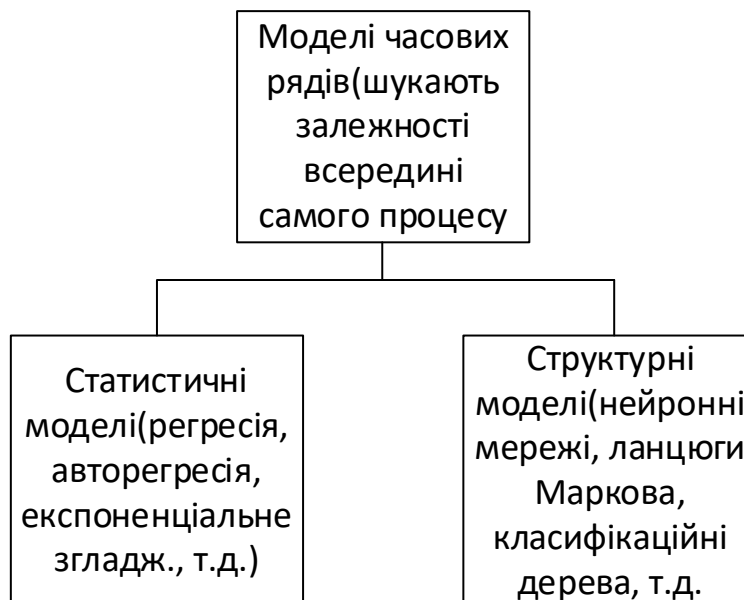


Рис. 8. Методи прогнозування на основі часових рядів

У статистичних моделях залежність майбутнього значення від минулого задається у вигляді деякого рівняння. До них відносяться:

- регресивні моделі (лінійна регресія, нелінійна регресія);
- авторегресійні моделі (ARIMAX, GARCH, ARDLM);
- модель експоненціального згладжування;
- модель за вибіркою максимальної подібності;

У структурних моделях залежність майбутнього значення від минулого задається у вигляді певної структури і правил переходу по ній. До них відносяться:

- нейромережеві моделі;
- моделі на базі ланцюгів Маркова;
- моделі на базі класифікаційно-регресійних дерев;

2.4. Методи прогнозування на основі часових рядів

2.4.1. Загальна характеристика часових рядів

Аналіз часових рядів (time-series analysis) - сукупність статистичних методів для виявлення складових часового ряду і його прогнозування.

Часовим рядом називається послідовність подій, впорядкованих за часом їх спостереження, при цьому передбачення полягає у визначенні майбутніх подій по вже здійсненим подіям, методами математичної статистики або методами класифікації Data Mining.[10] Часовий ряд (або динамічний) – це сукупність даних, які характеризуються зміною деякого показника в часі. Кожне значення часового ряду називається рівнем часового ряду. У часовому ряді кожному рівню має бути вказано час вимірювання або номер вимірювання по порядку. Методи аналізу часових рядів істотно відрізняються від методів аналізу даних простої вибірки. При аналізі часового ряду дослідника цікавлять не тільки статистичні характеристики часового ряду, але і враховується взаємозв'язок вимірювань з часом.

Часові ряди, як правило, виникають в результаті вимірювання деякого показника. Це можуть бути як характеристики технічних систем, так і показники природних, соціально-економічних явищ і процесів.

Основна мета аналізу часового ряду - побудувати прогноз його значень на майбутні періоди. А основні завдання аналізу часового ряду -

зрозуміти, під впливом яких компонент формується значення часового ряду, і побудувати математичну модель для кожної компоненти або їх сукупності.

Часові ряди бувають одновимірні і багатовимірні. Перші містять спостереження за зміною тільки одного параметра досліджуваного процесу або об'єкта, а другі - за двома або більше параметрами. Наприклад, тривимірний часовий ряд, що містить спостереження за трьома параметрами

X, Y, Z процесу F можна записати в наступному вигляді(4):

$$F_t=(x_1,y_1,z_1);(x_2,y_2,z_2);...;(x_n,y_n,z_n). \quad (4)$$

Значення часового ряду виходять шляхом реєстрації відповідного параметра досліджуваного процесу через певні проміжки часу. При цьому в залежності від природи даних і характеру вирішуваних завдань реєструється або поточне значення, або сума значень, накопичена на певному інтервалі часу.

В цьому випадку може використовуватися не тільки підсумовування, а й середнє значення за інтервал, мінімум, максимум або медіана. Часові ряди грають дуже велику роль в технологіях аналізу даних. Аналіз часових рядів дозволяє виявляти тенденції і закономірності в досліджуваних процесах, будувати прогнози і передбачати майбутні зміни в бізнес-оточенні підприємства.

Вивчення часових рядів відрізняється від інших завдань аналізу даних як за програмними цілями, так і по використовуваних при цьому методів і алгоритмів. Це пов'язано з тим, що дані в часових рядах мають природну впорядкованість. Тому аналіз часових рядів виділяють в самостійну і достатньо велику область.

Будь-часовий ряд можна розкласти на такі складові: тренд, сезонну складову, циклічну складову і випадкову складову. Перші три компоненти утворюють не випадково складову часового ряду. Випадкова складова присутня в будь-якому часовому ряді. А ось присутність в структурі часового ряду компонент не випадковою складовою не обов'язково.

Класична мультиплікативна модель часового ряду стверджує, що будь-яке значення є добутком перерахованих компонент. Якщо дані є щорічними, спостереження Y_i , відповідне i -му року, виражається рівнянням(5):

$$Y_i = T_i * C_i * I_i \quad (5)$$

-де T_i - значення тренда, C_i - значення циклічного компонента в i -ому році, I_i - значення випадкового компонента в i -ому році.

Якщо дані вимірюються щомісяця або щокварталу, спостереження Y_i , яке відповідне i -му періоду, виражається рівнянням(6):

$$Y_i = T_i * S_i * C_i * I_i \quad (6)$$

-де T_i - значення тренда, S_i - значення сезонного компонента в i -ому періоді, C_i - значення циклічного компонента в i -му періоді, I_i - значення випадкового компонента в i -ому періоді.

На першому етапі аналізу часових рядів будується графік даних і виявляється його залежність від часу. Спочатку необхідно з'ясувати, чи існує довгострокове зростання або спадання даних, або часовий ряд коливається навколо горизонтальної лінії. Якщо тренд відсутній, то для згладжування даних можна застосувати метод ковзного середнього або експоненціального згладжування.

Ковзне середнє. Метод прогнозування на основі ковзного середнього дуже суб'єктивний і залежить від довжини періоду L , обраного для обчислення середніх значень. Для того щоб виключити циклічні коливання, довжина періоду повинна бути цілим числом, кратним середній довжині циклу. Ковзні середні для обраного періоду, що має довжину L , утворюють послідовність середніх значень, обчислених для послідовностей довжини L . Ковзні середні позначаються символами $MA(L)$.

Експоненціальне згладжування. Для виявлення довгострокових тенденцій, що характеризують зміни даних, крім ковзних середніх, застосовується метод експоненціального згладжування. Цей метод дозволяє

також робити короткострокові прогнози (в рамках одного періоду), коли наявність довгострокових тенденцій залишається під питанням.

Метод експоненціального згладжування отримав свою назву від послідовності експоненціально зважених ковзних середніх. Кожне значення у цій послідовності залежить від усіх попередніх спостережуваних значень. Ще одна перевага методу експоненціального згладжування над методом ковзного середнього полягає в тому, що при використанні останнього деякі значення відкидаються. При експоненційному згладжуванні ваги, які присвоєні спостережуваним значенням, зменшуються з часом, тому після виконання обчислень, значення, які найбільш часто зустрічаються, отримують найбільшу вагу, а ті, які рідко зустрічаються - найменшу.

Рівняння, (7) що дозволяє згладити часовий ряд в межах довільного періоду часу і містить три члени: поточне спостережуване значення Y_i , що належить часовому ряду, попереднє експоненційно згладжене значення E_{i-1} і присвоєна вага W .

$$E_i = Y_i \quad E_i = WY_i + (1 - W)E_{i-1}, \quad i = 2, 3, 4, \dots \quad (7)$$

де E_i - значення експоненціально згладженого ряду, обчислене для i -го періоду, E_{i-1} - значення експоненціально згладженого ряду, обчислене для $(i - 1)$ -го періоду, Y_i - спостережуване значення часового ряду в i -му періоді, W - суб'єктивний вага, або згладжує коефіцієнт ($0 < W < 1$).

Експоненціально згладжені значення, отримані для i -го часового інтервалу, можна використовувати в якості оцінки передбаченого значення на $(i + 1)$ -му інтервалі(8):

$$\hat{Y}_{i+1} = E_i \quad (8)$$

Обчислення трендів за допомогою методу найменших квадратів і прогнозування

Серед компонентів часового ряду частіше за інших досліджується тренд. Саме тренд дозволяє робити короткострокові і довгострокові прогнози. Для виявлення довготривалої тенденції зміни часового ряду

зазвичай будують графік, на якому спостерігаються дані (значення залежної змінної) відкладаються на вертикальній осі, а часові інтервали (значення незалежної змінної) - на горизонтальній.

Модель лінійного тренда є найпростішою моделлю, яка застосовується для прогнозування(9):

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i. \quad (9)$$

Рівняння лінійного тренда(10):

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_i \quad (10)$$

Якщо при апроксимації часового ряду за допомогою методу найменших квадратів перше спостереження розташувати на початку координат, поставивши його у відповідність значенням $X = 0$, інтерпретація коефіцієнтів спрощується.

Всі подальші спостереження отримують цілочисельні номери: 1, 2, 3, так що n -е (останнє) спостереження матиме номер $n - 1$. Наприклад, якщо часовий ряд записується протягом 20 років, перший рік позначається цифрою 0, другий-цифрою 1, третій - цифрою 2 і так далі, а останній (20-й) рік - числом 19.

Модель квадратичного тренду, або поліноміальна модель другого ступеня є найпростішою нелінійною моделлю, яка застосовується для прогнозування(11):

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{1i}^2 + \varepsilon_i \quad (11)$$

Рівняння квадратичного тренду(12):

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_{1i} + b_2 X_{1i}^2 \quad (12)$$

де b_0 - оцінка зсуву Y , b_1 - оцінка лінійного ефекту, b_2 - оцінка квадратичного ефекту.

Модель експоненціального тренду. Якщо часовий ряд є зростаючим, а відносна зміна даних – постійною, можна застосовувати модель експоненціального тренду.

Характеристики часових рядів:

1. Сезонність:

- Повні ряди - коли дані є мінімум за 1 повний цикл, тобто мінімум за 12 місяців, або за 4 квартали і можна виділити сезонність;
- Неповний ряд - коли даних ще немає за повний цикл;

2. Зростання:

- 1) Часовий ряд зі зростанням - ряд, коли можна виділити явне зростання показників від року до року.
 - Зростання може бути постійне;
 - Зростання може бути затухаюче;
 - Зростання може бути експонентне;
 - Зростання може змінюватися падінням;
- 2) Статичний часовий ряд - це часовий ряд, який не містить зростання;

3. Важливість тенденцій для прогнозу:

- Для прогнозу можуть бути важливі тенденції за тривалий період;
- Для прогнозу можуть бути важливі тенденції за останній період;

2.4.2. Згладжування значень часового ряду методом ковзного середнього

Метод ковзного середнього є одним з широко відомих методів згладжування часових рядів. Застосовуючи цей метод, можна елімінувати випадкові коливання і отримати значення, відповідні впливу головних чинників.

Згладжування за допомогою ковзного середнього засноване на тому, що в середніх величинах взаємно погашаються випадкові відхилення. Це відбувається внаслідок заміни первинних рівнів часового ряду середньою арифметичною величиною всередині обраного інтервалу часу. Отримане значення відноситься до середини обраного інтервалу часу (періоду).

Потім період зсувається на одне спостереження і розрахунок середньої повторюється. При цьому періоди визначення середньої беруться весь час однакові.

При згладжуванні часового ряду ковзними середніми в розрахунках беруть участь всі рівні ряду. Чим ширше інтервал згладжування, тим більше плавним виходить тренд. Згладжений ряд коротше початкового на $(n-1)$ спостережень, де n - величина інтервалу згладжування.

При великих значеннях n коливання згладженого ряду значно знижується. Одночасно помітно скорочується кількість спостережень, що створює труднощі.

Вибір інтервалу згладжування залежить від цілей дослідження. При цьому слід керуватися тим, в який період часу відбувається дія, а отже, і усунення впливу випадкових факторів.

Даний метод використовується при короткостроковому прогнозуванні. Його робоча формула(13):

$$y_{t+1} = m_{t-1} + \frac{1}{n} \cdot (y_t - y_{t-1}), \text{ якщо } n=3 \quad (13)$$

де $t + 1$ - прогнозний період; t - період, що передує прогнозному періоду (рік, місяць і т.д.); U_{t+1} - прогнозований показник; m_{t-1} - змінна середня за два періоди до прогнозного; n - число рівнів, що входять в інтервал згладжування; U_t - фактичне значення досліджуваного явища за попередній період; U_{t-1} - фактичне значення досліджуваного явища за два періоди, що передують прогнозному.

2.4.3.Метод Хольта-Вінтерса

Метод Хольта - Вінтерса використовується для прогнозування часових рядів, коли в структурі даних є сформований тренд і сезонність. Модель прогнозу Хольта Вінтерса - це 3-х параметрична модель прогнозу, яка враховує: згладжений експонентний ряд, тренд, сезонність. Для того щоб зробити прогноз, наприклад, на 1 рік, потрібно мати дані мінімум за 2 повних року, а краще за 3 - 5 повних років.

2.4.4.Метод експоненціального згладжування

Метод експоненціального згладжування- метод математичного перетворення, який використовується при прогнозуванні часових рядів. Метод експоненціального згладжування найбільш ефективний при розробці середньострокових прогнозів. Він прийнятний при прогнозуванні тільки на один період вперед. Його основні переваги простота процедури обчислень і можливість обліку вагів вихідної інформації.

2.4.5. Метод Хольта

Метод Хольта використовується для прогнозування часових рядів, коли є тенденція до зростання або падіння значень часового ряду. А також для рядів, коли дані є не за повний цикл, і сезонність ще не виділити. Метод заснований на оцінці ступеня лінійного зростання (або падіння) показника в часі. Параметри моделі обчислюються послідовно від спостереження до спостереження ряду, і їх значення для останнього спостереження визначають остаточний вигляд моделі.

2.5. Обґрунтування вибору методів прогнозування для аналізу потреби лікарні в ліжко-місцях

В “Київській міській клінічній лікарні №3” є важлива задача-забезпечити необхідною кількістю ліжко-місць відділення лікарні. Щодня в лікарню надходить велика кількість хворих з різними хворобами. Для того, щоб прийняти хворих потрібно забезпечити необхідною кількістю ліжко-місць відділення лікарні. Потрібно, щоб кожне відділення мало достатню кількість ліжко-місць і також щоб не було надлишку.

В розроблюваній інформаційно-аналітичній системі доцільно використати методи прогнозування на основі аналізу часових рядів для визначення кількості хворих в кожному відділенні лікарні на наступний період. Це потрібно для того щоб завчасно забезпечити ці відділення лікарні необхідною кількістю ліжко-місць. За допомогою прогнозування даних показників якість лікування в “Київській клінічній лікарні №3”

покращиться так як ліжко-місця для хворих у відділеннях будуть з'являтися вчасно. За допомогою методів прогнозування на основі аналізу часових рядів можна зробити прогноз на наступний місяць на основі даних за попередні місяці. Для аналізу потреби ліжко-місць було вибрано метод часових рядів в Analysis Services, метод Хольта-Вінтерса та метод експоненціального згладжування.

2.6. Обґрунтування вибору методів прогнозування кількості хворих на коронавірус в “Київській міській клінічній лікарні №3”

На сьогоднішній день ситуація в Україні і в світі в зв'язку з епідемією коронавірусу є досить непростюю. Кількість хворих людей на COVID-19 зростає з кожним днем і йде дуже велике навантаження на лікувально-профілактичні заклади, які займаються лікуванням хворих на дану хворобу. Створити умови для лікування таких хворих є процес непростий: потрібно знайти кваліфікований персонал, облаштувати палати, в яких будуть лежати такі хворі, закупити необхідні медикаменти та медичне обладнання. Знаючи наперед те, яка кількість хворих буде в “Київській міській клінічній лікарні №3” працівники лікарні можуть наперед створити необхідні умови та закупити потрібні засоби для лікування пацієнтів хворих на COVID-19.

Методи прогнозування на основі часових рядів можна використати для проведення аналізу кількості пацієнтів хворих на коронавірус. За допомогою даного прогнозування можна наперед дізнатись скільки хворих пацієнтів на коронавірус буде в наступний період і наперед створити необхідні умови для лікування хворих на COVID-19. Для аналізу надходження хворих на коронавірус було вибрано метод Хольта та метод експоненціального згладжування. Так як дана лікарня почала приймати таких хворих тільки з серпня 2020 року то є дані лише за пів року. Тому було вибрано метод Хольта тому, що він дає можливість обрахувати дані коли немає повного циклу і сезонність ще не виділити. Метод

експоненціального згладжування також дає можливість обрахувати прогноз коли немає даних за повний цикл.

2.7. Метод кластеризації для аналізу розміщення ліжко-місць

Можна використати метод кластеризації для того, щоб знайти приховані зв'язки між кількістю хворих та певним відділенням. Це є певні приховані закономірності з приводу цих даних. Інформація в кластерах може являти собою статистичні дані по тому, яка кількість хворих може бути в відділеннях лікарні. Ця інформація може доповнювати дані прогнозу.

2.8. Алгоритм роботи інформаційно-аналітичної системи

Був розроблений алгоритм роботи системи. Даний алгоритм показує, які процеси проходять в системі та на ньому проілюстровано методи інтелектуального аналізу даних. (Рис.9)



Рис. 9. Алгоритм роботи інформаційно-аналітичної системи

3. Висновки до другого розділу

1. В результаті розгляду методів інтелектуального аналізу даних, було вирішено, що для аналізу потреби в ліжко-місцях відділень лікарні

найкраще підійде алгоритм прогнозування на основі аналізу часових рядів та кластеризація.

2. За допомогою алгоритму прогнозування на основі часових рядів можна спрогнозувати скільки хворих буде в кожному відділенні лікарні для того, щоб наперед забезпечити ці відділення лікарні необхідною кількістю ліжко-місць.

3. Також даний алгоритм підійде для того, щоб спрогнозувати яка кількість хворих на коронавірус буде в лікарні для того, щоб заздалегідь забезпечити хворих необхідними засобами та умовами.

4. Для аналізу навантаження на відділення лікарні і визначення потреб у ліжко-місцях доцільно використати метод кластеризації.

РОЗДІЛ 3. Розробка інформаційно-аналітичної системи підтримки діяльності лікарні

3.1. Розробка сховища даних

Було побудовано сховище даних в СУБД MS SQL Server, схема даних якого наведена в додатку А. Дане сховище містить дві таблиці фактів: “Койко-місця” та “Забезпечення”. “Койко-місця” була створена для того, щоб аналізувати дані про розміщення ліжко-місць в лікарні. Таблиця “Забезпечення” була створена для того, щоб аналізувати дані про потік хворих з COVID-19 в лікарню.

Таблиця факту “Койко-місця” має такі таблиці вимірів: “Персонал” “Відділення” “Період”, “Поверх”. Таблиця факту “Койко-місця” має атрибут “Кількість_хворих”. Даний атрибут містить в собі інформацію про кількість хворих, яка була в певному відділенні в певній кімнаті в певний період часу. Ця інформація є необхідною для аналізу потреби в койко-місцях в відділеннях лікарні на наступні періоди часу. Атрибут “Кількість_місць_всього” містить інформацію про кількість ліжко-місць в відділеннях лікарні в певних кімнатах відділення в певний період часу.

Таблиця факту “Забезпечення” має такі таблиці вимірів: “Персонал”, “Період”, “Форма коронавірусу”. Таблиця факту “Забезпечення” має в собі атрибут “Кількість хворих”, який містить в собі інформацію про кількість хворих на COVID-19, яка була в певні проміжки часу в лікарні.

3.2. Розробка клієнтського додатку

Для створення клієнтського додатку було використано середовище розробки MS Visual Studio та мова програмування C#.

Visual Studio - це програмне середовище для написання, налагодження і складання коду, а також подальшої публікації додатків. Інтегроване середовище розробки (IDE) являє собою багатофункціональну програму, яку можна використовувати для різних аспектів розробки програмного забезпечення. Крім стандартного редактора і відладчика, які існують в

більшості середовищ IDE, Visual Studio включає в себе компілятори, засоби автозавершення коду, графічні конструктори і багато інших функцій для спрощення процесу розробки.

Спочатку було розроблено головне меню програми за допомогою елемента `MenuStrip`. Дане навігаційне меню представлено на Рис. 10. та Рис. 11

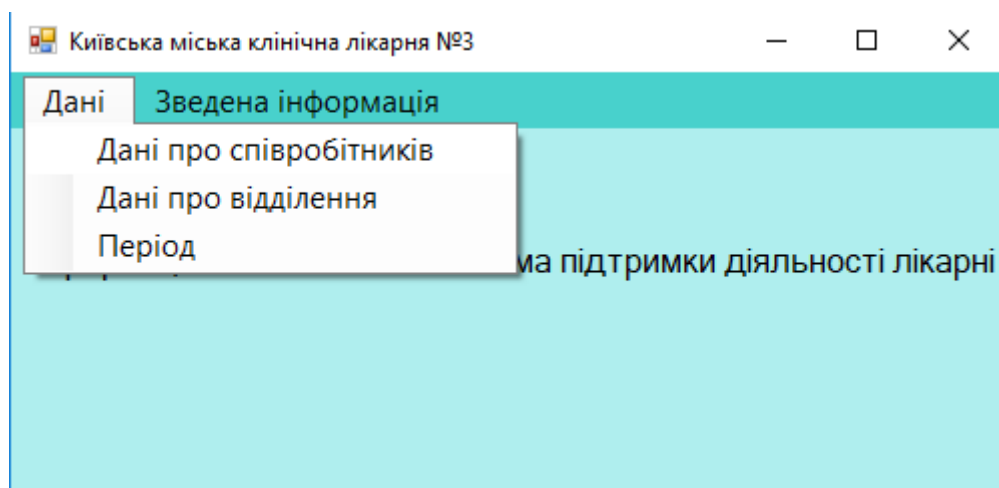


Рис. 10 Навігаційне меню

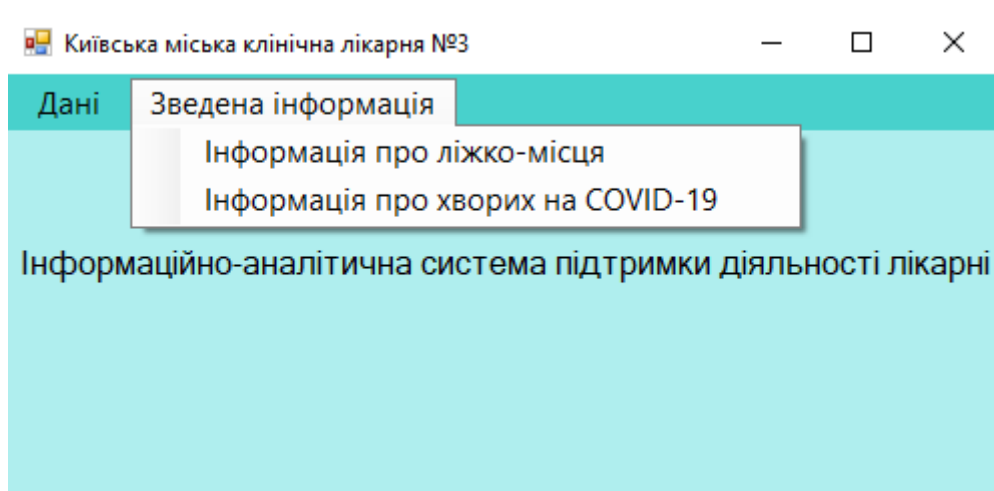


Рис. 11. Навігаційне меню "Зведена інформація"

Посилання на інші форми було створено за допомогою такого програмного коду:

```
private void інформаціяПроЛіжкомісцяToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Form2 N = new Form2();
    N.ShowDialog();
}
```

Наступним кроком було створено форму для введення-виведення даних про співробітників. Дана форма була створена за допомогою елемента DataGridView. Форма “Персонал” представлена на Рис.12.

Код співробітника	ПІП	Посада
2	Клименко М.В.	ст.медсестра
3	Горбунова У.К.	ст.медсестра
4	Щербаченко Г...	ст.медсестра
5	Климова Н.П.	ст.медсестра
6	Журба К.Г.	лікар
7	Зінченко В.В.	лікар
8	Мартінова Н.П.	лікар
9	Савчук Н.А.	лікар
10	Паденко Г.В.	лікар

Рис. 12. Форма “Персонал”

Після цього була створена форма “Відділення”, яка представлена на Рис.

13.

Дані про відділення

1 для 4

Вкажіть назву відділення

Встановити фільтр

Зняти фільтр

Код відділення	Назва відділення	Телефон	Зав відділення	Номер кімнати
1	Педіатричне відділення	567 90 98	Максимук А...	4
2	Хірургічне відділення	280 67 54	Криниця А.М.	2
3	Стоматологічне відділення	487 45 64	Савчук Е.П.	8
4	Кардіологічне відділення	349 13 41	Мельник Т.С.	2

Рис. 13 Форма “Відділення”

Було створено форму “Період” для того, щоб користувач міг переглядати дані про існуючі періоди та вводити інформацію про нові. Дана форма представлена на Рис. 14.

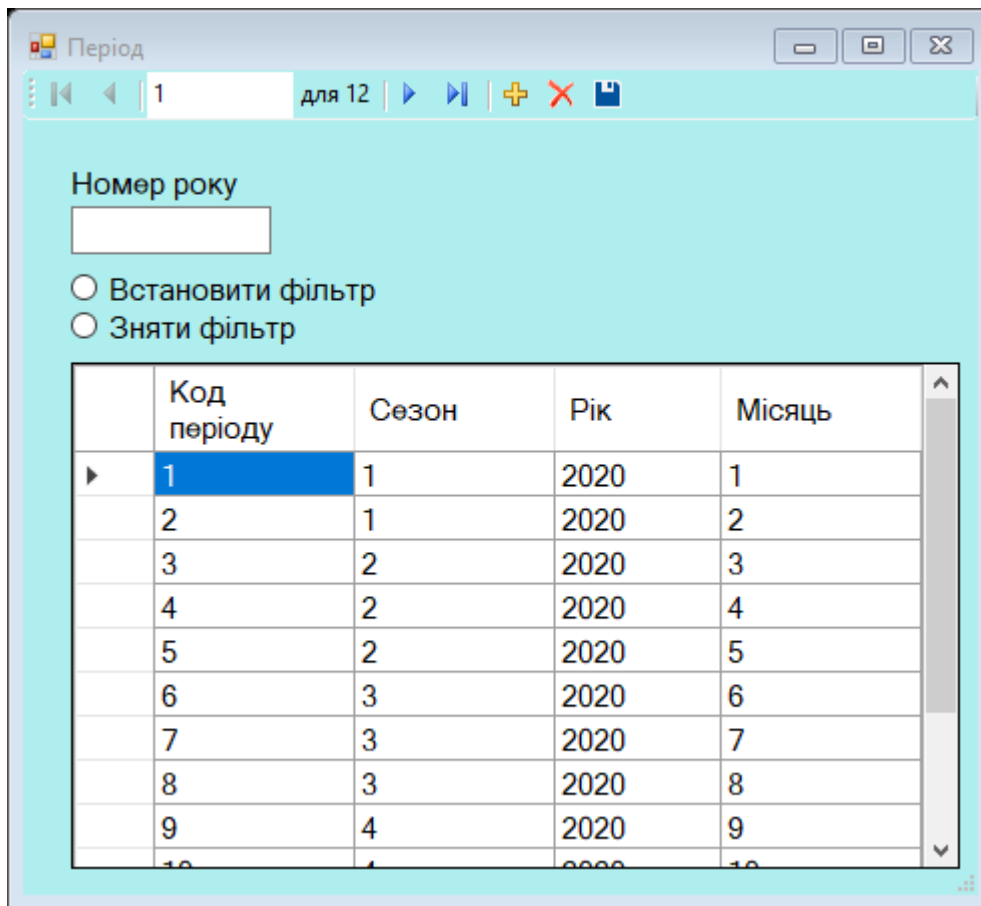


Рис. 14. Форма “Період”

Для створення форми “Інформація про ліжко-місця” спочатку був створений SQL запит (Рис. 15)

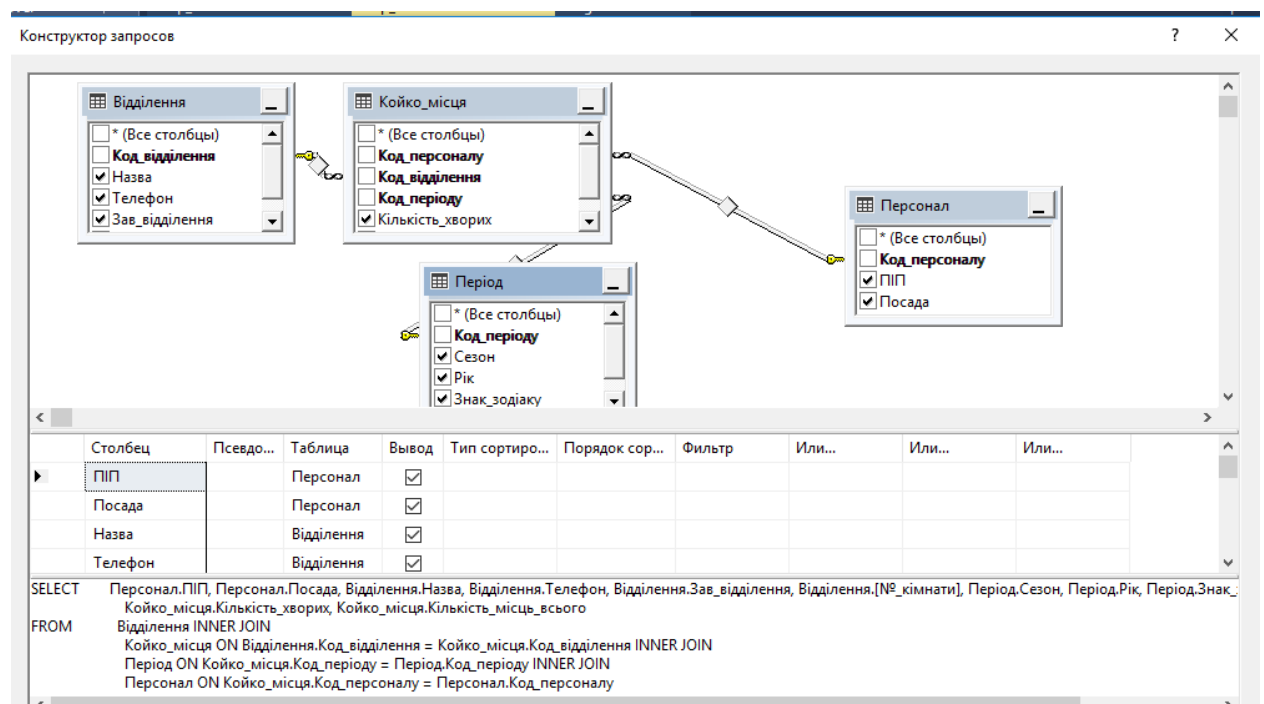


Рис. 15 SQL запит “Інформація про ліжко-місця”

Після цього даний запит був поміщений на форму. Форма “Інформація про ліжко-місця” представлена на Рис. 16.

	Назва відділення	Кількість хворих	Кількість місць всього	Місяць	Сезон	Рік
▶	Хірургічне відділення	203	210	1	1	2020
	Хірургічне відділення	230	238	2	1	2020
	Хірургічне відділення	111	111	3	2	2020
	Хірургічне відділення	205	210	4	2	2020
	Хірургічне відділення	156	160	5	2	2020
	Хірургічне відділення	171	180	6	3	2020
	Хірургічне відділення	164	167	7	3	2020
	Хірургічне відділення	153	160	8	3	2020
	Хірургічне відділення	182	187	9	4	2020
	Хірургічне відділення	191	200	10	4	2020

Рис. 16. Інформація про наявність хворих та ліжко-місць у відділеннях

На даній формі була розміщена кнопка “Експорт”, яка слугує для того, щоб експортувати дані в середовище MS Excel.

Наступним кроком було створення запиту “Інформація про хворих на COVID-19” і виведення результатів запиту на форму, наведену на (Рис. 17)

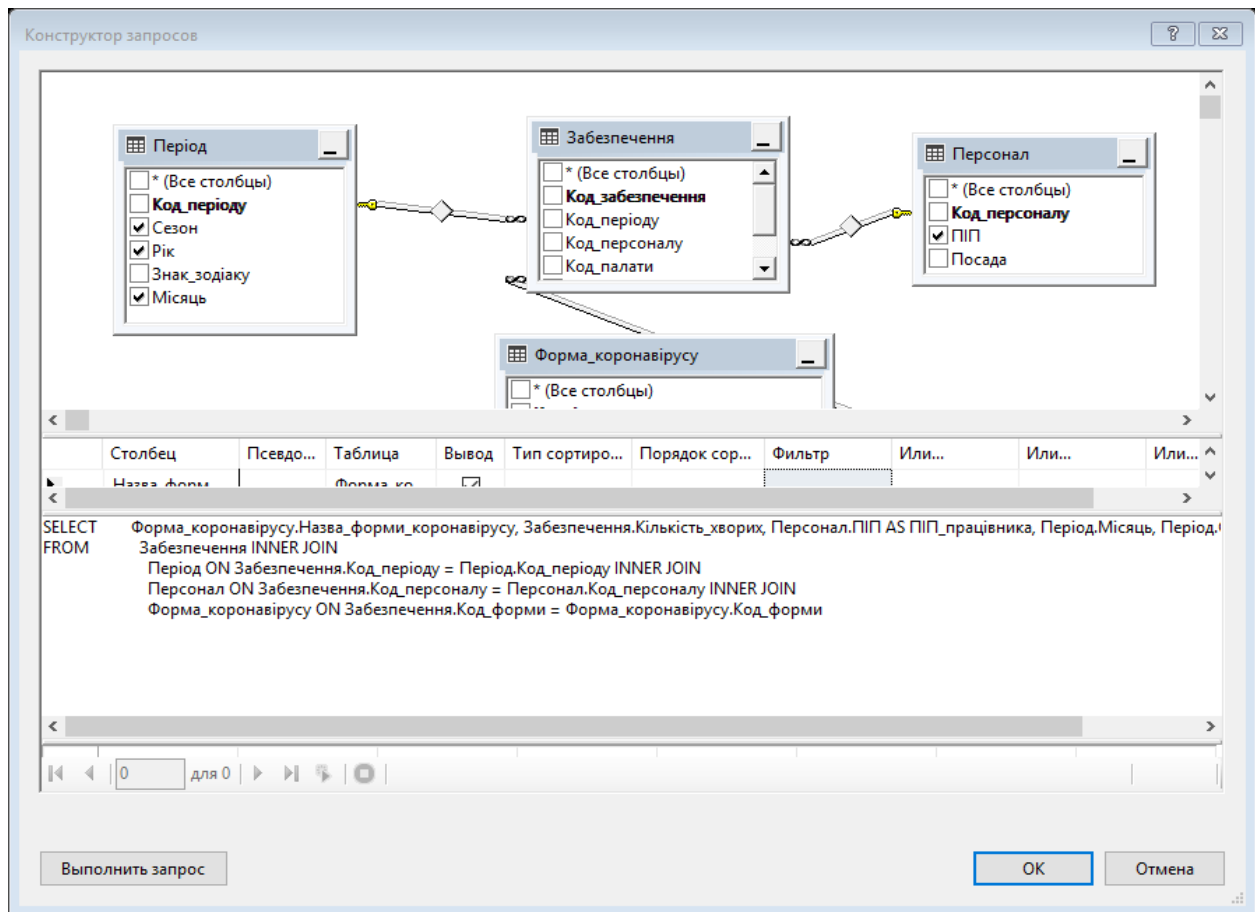


Рис. 17 SQL запит “Інформація про хворих на COVID-19”
 Результат виконання запиту “Інформація про хворих на COVID-19”
 представлено на формі Рис. 18.

Інформація про хворих на COVID-19

6 для 6

Вкажіть форму коронавірусу

Встановити фільтр

Зняти фільтр

	Назва форми	Кількість хворих	ПІП працівника	Місяць	Сезон	Рік
	Тяжка форма	120	Тищенко М.А.	8	3	2020
	Тяжка форма	128	Клименко М.В.	9	4	2020
	Тяжка форма	154	Горбунова У...	10	4	2020
	Тяжка форма	209	Клименко М.В.	11	4	2020
	Тяжка форма	322	Клименко М.В.	12	1	2020
▶	Тяжка форма	230	Клименко М.В.	1	1	2021
*						

Експорт

Рис. 18. Результат запити “Інформація про хворих на COVID-19”

3.3. Аналіз даних зі сховища даних “Ліжко-місця”

3.3.1. Проведення прогнозу в Analysis Services

З використанням Analysis Services був зроблений прогноз для визначення того, яка кількість ліжко-місць буде необхідна в наступному місяці. Дані були взяті по хірургічному відділенню (Рис.19), оскільки в зимові місяці більше людей травмується і потребує хірургічної допомоги.

	Назва відділення	Кількість хворих	Кількість місць всього	Місяць	Сезон	Рік
1	Хірургічне відділення	203	210	1	1	2020
2	Хірургічне відділення	230	238	2	1	2020
3	Хірургічне відділення	111	111	3	2	2020
4	Хірургічне відділення	205	210	4	2	2020
5	Хірургічне відділення	156	160	5	2	2020
6	Хірургічне відділення	171	180	6	3	2020
7	Хірургічне відділення	164	167	7	3	2020
8	Хірургічне відділення	153	160	8	3	2020
9	Хірургічне відділення	182	187	9	4	2020
10	Хірургічне відділення	191	200	10	4	2020
11	Хірургічне відділення	132	141	11	4	2020
12	Хірургічне відділення	160	183	12	1	2020
13	Хірургічне відділення	164	170	1	1	2021

Рис. 19. Дані для аналізу

На Рис. 20. проілюстрований часовий ряд та показано результати аналізу. З рисунка видно, що в 14-ому місяці кількість хворих в хірургічному відділенні буде 167 і тому потрібно для них наперед підготувати відповідну кількість ліжко-місць.

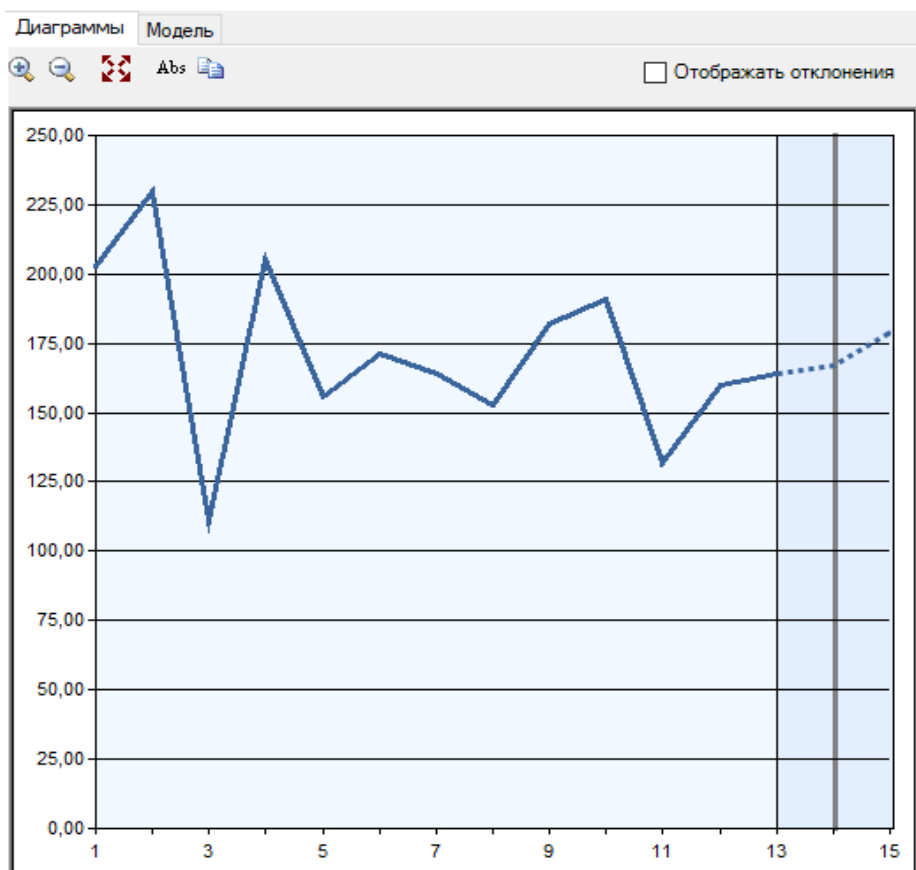


Рис. 20. Прогноз по даним хірургічного відділення

3.3.2. Проведення прогнозу з використанням методу Хольта-Вінтерса

Був зроблений прогноз на лютий місяць 2021 року методом Хольта-Вінтерса в середовищі MS Excel. Дані були взяті по хірургічному відділенню. Дані брались за 2019 та 2020 роки та січень 2021 року. Експоненціально згладжений ряд було розраховано за формулою (1):

$$L_t = k * Y_t / S_{t-s} + (1-k) * (L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (1)$$

де

- L_t - згладжена величина на поточний період;
- k - коефіцієнт згладжування ряду;
- S_{t-s} - коефіцієнт сезонності попереднього періоду;
- Y_t - поточне значення ряду (наприклад, обсяг продажів);
- L_{t-1} - згладжена величина за попередній період;
- T_{t-1} - значення тренду за попередній період;

Розрахунок експоненціально згладженого ряду представлений на Рис. 21.

	A	B	C	D	E
4					
5		1			
6	k	0,5			
7	B	0,9			
8	q	0,5			
9	№	Назва відділення	Кількість хворих	Експоненціально згладжений ряд	Тренд
10	1	Хірургічне відділення	208	208	
11	2	Хірургічне відділення	198	203	-5
12	3	Хірургічне відділення	171	=B\$6*C12/B\$5+(1-B\$6)*(D11+E11)	-17
13	4	Хірургічне відділення	189	178	-7
14	5	Хірургічне відділення	229	200	19
15	6	Хірургічне відділення	154	186	-10
16	7	Хірургічне відділення	221	198	10
17	8	Хірургічне відділення	131	170	-25
18	9	Хірургічне відділення	127	136	-33
19	10	Хірургічне відділення	209	156	15
20	11	Хірургічне відділення	209	190	32
21	12	Хірургічне відділення	187	204	16
22	13	Хірургічне відділення	203	212	8
23	14	Хірургічне відділення	230	225	13
24	15	Хірургічне відділення	111	174	-44
25	16	Хірургічне відділення	205	168	-11
26	17	Хірургічне відділення	156	156	-11
27	18	Хірургічне відділення	171	158	0
28	19	Хірургічне відділення	164	161	3
29	20	Хірургічне відділення	153	159	-2
30	21	Хірургічне відділення	182	169	9
31	22	Хірургічне відділення	191	185	15
32	23	Хірургічне відділення	132	166	-16

Рис. 21. Розрахунок експоненціально згладженого ряду

Значення тренду розраховано за формулою (14).

$$T_t = b \cdot (L_t - L_{t-1}) + (1-b) \cdot T_{t-1} \quad (14)$$

Обрахунки значення тренду представлено на Рис. 22

		1			
k		0,5			
B		0,9			
q		0,5			
№	Назва відділення	Кількість хворих	Експоненціально згладжений ряд	Тренд	Коефіцієнт сезонності попереднього періоду
1	Хірургічне відділення	208	208		1
2	Хірургічне відділення	198	203	-5	1
3	Хірургічне відділення	171	185	=B\$7*(D12-D11)+(1-B\$7)*E11	
4	Хірургічне відділення	189	178	-7	1
5	Хірургічне відділення	229	200	19	1
6	Хірургічне відділення	154	186	-10	1
7	Хірургічне відділення	221	198	10	1
8	Хірургічне відділення	131	170	-25	1
9	Хірургічне відділення	127	136	-33	1
10	Хірургічне відділення	209	156	15	1
11	Хірургічне відділення	209	190	32	1
12	Хірургічне відділення	187	204	16	1
13	Хірургічне відділення	203	212	8	0,979051379
14	Хірургічне відділення	230	225	13	1,010893226
15	Хірургічне відділення	111	174	-44	0,818211643
16	Хірургічне відділення	205	168	-11	1,111812985
17	Хірургічне відділення	156	156	-11	0,998544357

Рис. 22. Визначення значення тренду

Для 2019 року коефіцієнт сезонності було взято 1 (Рис. 23)

	C	D	E	F	G	H	I
1							
0,5							
0,9							
0,5							
ення	Кількість хворих	Експоненціально згладжений ряд	Тренд	Коефіцієнт сезонності попереднього періоду	Місяць	Рік	
відділення	208	208		1	1	2019	
відділення	198	203	-5	1	2	2019	
відділення	171	185	-17	1	3	2019	
відділення	189	178	-7	1	4	2019	
відділення	229	200	19	1	5	2019	
відділення	154	186	-10	1	6	2019	
відділення	221	198	10	1	7	2019	
відділення	131	170	-25	1	8	2019	
відділення	127	136	-33	1	9	2019	
відділення	209	156	15	1	10	2019	
відділення	209	190	32	1	11	2019	
відділення	187	204	16	1	12	2019	
відділення	203	212	8	0,98	1	2020	
відділення	230	225	13	1,01	2	2020	
відділення	111	174	-44	0,82	3	2020	
відділення	205	168	-11	1,11	4	2020	
відділення	156	156	-11	1,00	5	2020	
відділення	171	158	0	1,04	6	2020	
відділення	164	161	3	1,01	7	2020	
відділення	153	159	-2	0,98	8	2020	
відділення	182	169	9	1,04	9	2020	
відділення	191	185	15	1,02	10	2020	
відділення	132	166	-16	0,90	11	2020	

Рис. 23. Коефіцієнт сезонності

Для 2020, 2021 року коефіцієнт сезонності був розрахований за формулою (15).

$$S_t = q * Y_t / L_t + (1 - q) * S_{t-s} \quad (15)$$

Обрахунки коефіцієнту сезонності представлено на Рис. 24

		1					
k		0,5					
B		0,9					
q		0,5					
№	Назва відділення	Кількість хворих	Експонецально згладжений ряд	Тренд	Коефіцієнт сезонності попереднього періоду	Рік	
1	Хірургічне відділення	208	208		1	2019	
2	Хірургічне відділення	198	203	-5	1	2019	
3	Хірургічне відділення	171	185	-17	1	2019	
4	Хірургічне відділення	189	178	-7	1	2019	
5	Хірургічне відділення	229	200	19	1	2019	
6	Хірургічне відділення	154	186	-10	1	2019	
7	Хірургічне відділення	221	198	10	1	2019	
8	Хірургічне відділення	131	170	-25	1	2019	
9	Хірургічне відділення	127	136	-33	1	2019	
10	Хірургічне відділення	209	156	15	1	2019	
11	Хірургічне відділення	209	190	32	1	2019	
12	Хірургічне відділення	187	204	16	1	2019	
13	Хірургічне відділення	203	212	8	$=B8*(C22/D22)+(1-B8)*F10$	2020	
14	Хірургічне відділення	230	225	13	1,01	2020	
15	Хірургічне відділення	111	174	-44	0,82	2020	
16	Хірургічне відділення	205	168	-11	1,11	2020	
17	Хірургічне відділення	156	156	-11	1,00	2020	
18	Хірургічне відділення	171	158	0	1,04	2020	
19	Хірургічне відділення	164	161	3	1,01	2020	

Рис. 24 Коефіцієнт сезонності

Був обрахований прогноз на лютий місяць 2021 року. Було визначено, що кількість хворих в лютому місяці буде 157 осіб.

Обчислення даного прогнозу представлені на Рис.25

дділення	187	204	10	1
дділення	203	212	8	0,98
дділення	230	225	13	1,01
дділення	111	174	-44	0,82
дділення	205	168	-11	1,11
дділення	156	156	-11	1,00
дділення	171	158	0	1,04
дділення	164	161	3	1,01
дділення	153	159	-2	0,98
дділення	182	169	9	1,04
дділення	191	185	15	1,02
дділення	132	166	-16	0,90
дділення	160	155	-11	1,02
дділення	164	156	-1	
	$=(D34+E34*1)*F23$			

Рис. 25. Обчислення

На Рис. 26 представлений графік, на якому зображено значення кількості хворих на кожен місяць за 2019, 2020 та січень 2021 року синім кольором. Прогноз на лютий, який складає 157 осіб зображений помаранчевим кольором.

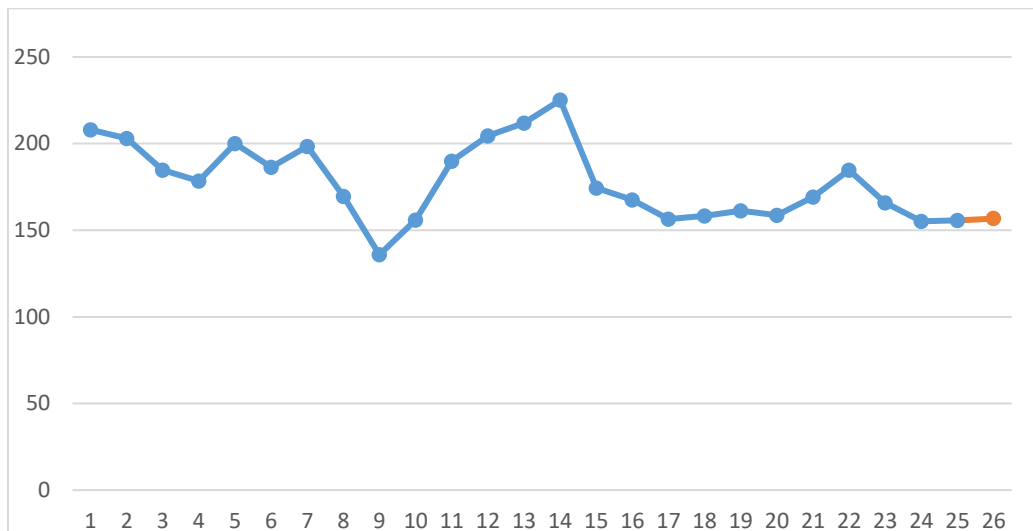


Рис. 26. Графік

3.3.3. Проведення прогнозу з використанням методу експоненціального згладжування

Був проведений прогноз з використанням методу експоненціального згладжування. Для проведення прогнозування спочатку був обраний параметр згладжування:

$$\alpha = 0,14$$

Після цього була обчислена експоненціально зважена середня U_t . Вона була обчислена за формулою (16).

$$U_{t+1} = \alpha \cdot y_t + (1 - \alpha) \cdot U_t, \quad (16)$$

де t - період, що передують прогнозу; $t + 1$ - прогнозний період; U_{t+1} - прогнозований показник; α - параметр згладжування; y_t - фактичне значення досліджуваного показника за період, що передують прогнозу; U_t - експоненціально зважена середня для періоду, що передують прогнозу. Обчислення експоненціально зваженої середньої представлені на Рис. 27.

Номер місяця	Кількість хворих	Експоненціально зважена середня Ut
1	203	170,9230769
2	230	177,3384615
3	111	= $\$F6*0,2+(1-0,2)*\$G6$
4	205	172,4966154
5	156	178,9972923
6	171	174,3978338
7	164	173,7182671
8	153	171,7746137
9	182	168,0196909
10	191	170,8157527
11	132	174,8526022
12	160	166,2820818
13	164	165,0256654
14		164,8205323

Рис. 27. Обчислення експоненціально зваженої середньої

Був визначений прогноз на лютий місяць 2021 року. Прогноз показує, що в хірургічному відділенні буде 164 особи в лютому місяці.

Обрахунки даного прогнозу представлені на Рис. 28.

Номер місяця	Кількість хворих	Експоненціально зважена середня Ut
1	203	170,9230769
2	230	177,3384615
3	111	187,8707692
4	205	172,4966154
5	156	178,9972923
6	171	174,3978338
7	164	173,7182671
8	153	171,7746137
9	182	168,0196909
10	191	170,8157527
11	132	174,8526022
12	160	166,2820818
13	164	165,0256654
14		= $\$F17*0,2+(1-0,2)*\$G17$

Рис. 28. Обчислення прогнозного значення

На Рис. 29 проілюстрований графік, на якому зображено кількість хворих, яка була в хірургічному відділенні по місяцям. Помаранчевим кольором зображений прогноз на лютий місяць 2021 року.

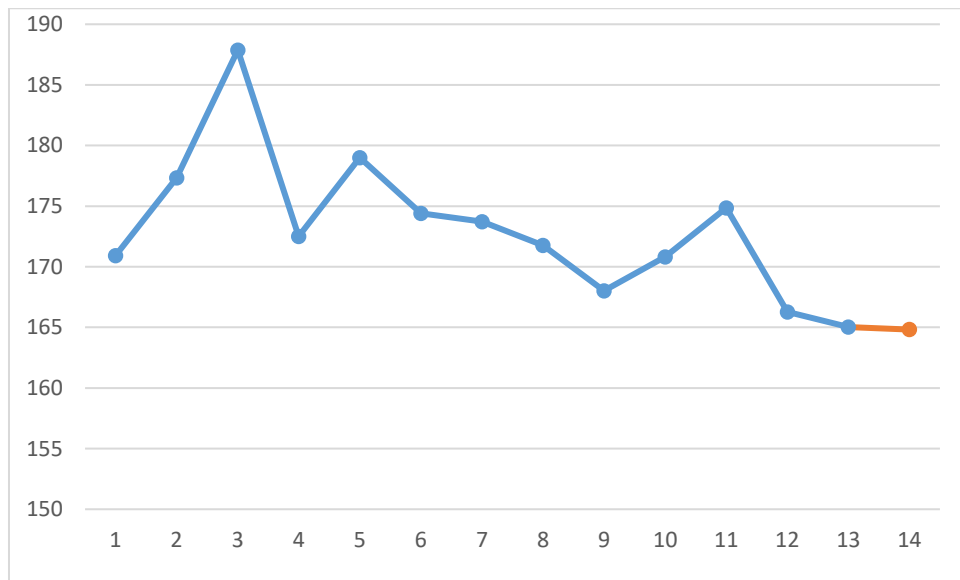


Рис. 29. Графік з прогнозом

3.3.4 Порівняння прогнозів по кількості хворих в хірургічному відділенні на наступний період.

За допомогою проведеного аналізу трьома методами можна провести порівняння результатів прогнозів. Результат прогнозу методом аналізу часових рядів, закладеному в Analysis Services, показав, що в лютому місяці 2021 року в хірургічному відділенні буде 167 хворих. Результат прогнозу методом Хольта-Вінтерса показав те, що в даному місця буде 157 хворих. Методом прогнозування, з експоненціальним згладжуванням ряду, результат складає 164 хворих. Проаналізувавши дані значення можна побачити те, що результати прогнозу за допомогою часових рядів в Analysis Services, та з використанням експоненціального згладжування є досить схожі між собою, а прогноз методом Хольта-Вінтерса трохи відрізняється. Отже, можна зробити висновки про те, що в даній ситуації при прийнятті управлінського рішення по розміщенню ліжко-місць в хірургічному відділенні на період лютого 2021 року краще слід опиратись на прогноз в Analysis Services, та прогноз з використанням експоненціального згладжування.

На Рис. 30. проілюстрований графік порівняння результатів прогнозування трьома методами.

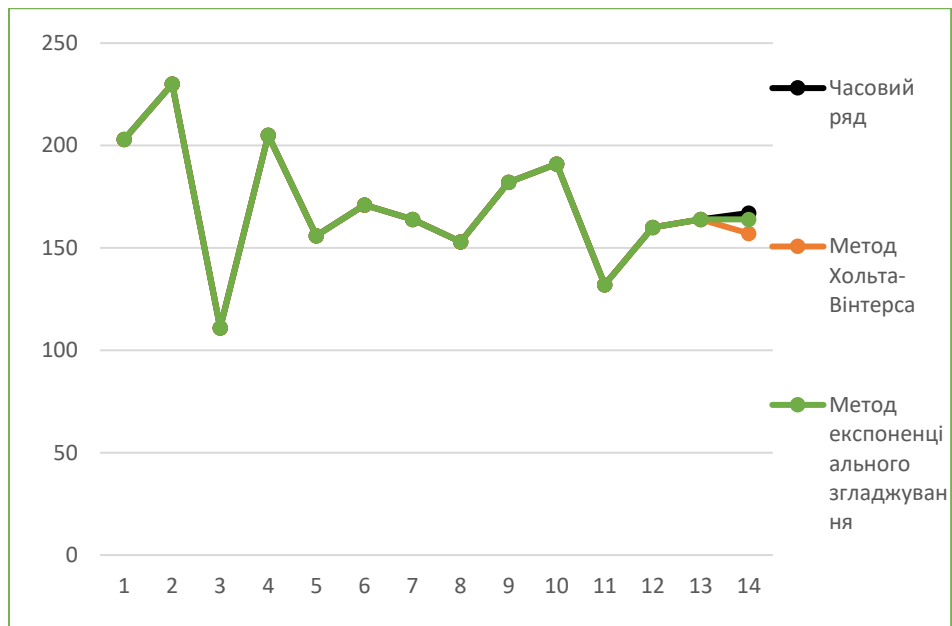


Рис. 30 Графік порівняння результатів прогнозування

3.4. Аналіз даних про надходження хворих на коронавірус в “Київську міську клінічну лікарню №3”

3.4.1. Проведення прогнозу з використанням методу Хольта

Для проведення прогнозування було використано метод Хольта. Прогноз був зроблений на лютий місяць 2021 року. Дані про кількість пацієнтів на коронавірус брались з серпня 2020 по січень 2021 року. Спочатку було визначено експоненціально-згладжений ряд. Він був визначений за формулою (17):

$$L_t = k \cdot Y_t + (1-k) \cdot (L_{t-1} - T_{t-1}), \quad (17)$$

де L_t - згладжена величина на поточний період; k - коефіцієнт згладжування ряду; Y_t - поточні значення ряду, L_{t-1} - згладжена величина за попередній період; T_{t-1} - значення тренду за попередній період. Обрахунки даного ряду представлені на Рис. 31.

КОРРЕЛ							
= \$E\$1*C6+(1-\$E\$1)*(D5-E5)							
	A	B	C	D	E	F	G
1				k=	0,60		
2				b=	0,70		
3	Рік	Місяць	Кількість хворих	експоненціально згладжений ряд	Значення тренду	p - номер періоду для пронозу	Прозноз з методом Хо
4	2 020	Серпень	120	120	0		
5		Вересень	128	124,8	3,36		
6		Жовтень	154	= \$E\$1*C6+(1-\$E\$1)*(D5-E5)	12,3312		
7		Листопад	209	176,85792	28,816704		
8		Грудень	322	252,4164864	61,53600768		
9	2 021	Січень	230	214,3521915	-8,184204134		
10							
11							
12							
13							
14							1 206,1679874

Рис. 31. Обрахунки експоненціально-згладженого ряду

Значення тренду було визначено за такою формулою (18):

$$T_t = b * (L_t - L_{t-1}) + (1-b) * T_{t-1}, \quad (18)$$

T_t - Значення тренду на поточний період,

b - коефіцієнт згладжування тренду;

L_t - експоненціально згладжена величина за поточний період;

L_{t-1} - експоненціально згладжена величина за попередній період;

T_{t-1} - значення тренду за попередній період.

Обчислення тренду представлено на Рис. 32

КОРРЕЛ					
=SE\$2*(D6-D5)+(1-SE\$2)*E5					
	A	B	C	D	E
1				k=	0,60
2				b=	0,70
3	Рік	Місяць	Кількість хворих	експоненціально сглажений ряд	Значення тренду
4	2 020	Серпень	120	120	0
5		Вересень	128	124,8	3,36
6		Жовтень	154	140,976	=SE\$2*(D6-D5)+(1-
7		Листопад	209	176,85792	SE\$2)*E5
8		Грудень	322	252,4164864	61,53600768
9	2 021	Січень	230	214,3521915	-8,184204134
10					
11					
12					

Рис. 32. Обчислення тренду

Прогноз на лютий місяць для визначення того, яка кількість хворих на COVID-19 потрапить в київську міську клінічну лікарню №3 був обчислений за формулою (19):

$$\hat{Y}_{t+p} = L_t + p * T_t, \quad (19)$$

де

\hat{Y}_{t+p} - прогноз по методу Хольта на p період;

L_t - експоненціально зглажена величина за останній період;

p - порядковий номер періоду, на який робимо прогноз;

T_t - тренд за останній період.

Обрахунки даного прогнозу представлені на Рис. 33.

a=	0,285714286		
№	Назва форми коронавірусу	Кількість хворих	Експоненціально зважена середня Ut
1	Тяжка форма	120	193,8333333
2	Тяжка форма	128	= $G6*0,2+(1-0,2)*H6$
3	Тяжка форма	154	168,8533333
4	Тяжка форма	209	165,8826667
5	Тяжка форма	322	174,5061333
6	Тяжка форма	230	204,0049067
			209,2039253

Рис.34 Експоненційно зважена середня

Наступним кроком було обраховано прогноз по кількості хворих на коронавірус на лютий місяць 2021 року. Обчислення даного прогнозу представлено на Рис. 35.

F	G	H	I	J	K	
0,285714286						
Назва форми коронавірусу	Кількість хворих	Експоненціально зважена середня Ut	ПІП працівника	Місяць	Сезон	Рік
Тяжка форма	120	193,8333333	Клименко М.В.	8	3	
Тяжка форма	128	179,0666667	Тищенко М.А.	9	4	
Тяжка форма	154	168,8533333	Тищенко М.А.	10	4	
Тяжка форма	209	165,8826667	Тищенко М.А.	11	4	
Тяжка форма	322	174,5061333	Горбунова У.К.	12	1	
Тяжка форма	230	204,0049067	Тищенко М.А.	1	1	
		= $G11*0,2+(1-0,2)*H11$				

Рис. 35. Обчислення прогнозу

Прогноз на лютий місяць 2021 року є 209 хворих на COVID-19. Це означає те, що в лютому місяці в “Київську міську клінічну лікарню №3” поступить 209 хворих.

3.4.3 Порівняння результатів прогнозів по потоку хворих на COVID-19 в “Київську міську клінічну лікарню №3”

Прогноз методом Хольта показав, що кількість хворих на коронавірус в лютому місяці буде 206 осіб, а прогноз методом експоненціального згладжування показав, що в лютому місяці 2021 року буде 209 хворих.

Значення результатів даних прогнозів є досить близькі і тому на основі цих даних можна приймати рішення про те, що на лютий місяць потрібно створити всі необхідні умови для того щоб прийняти десь 206-209 хворих. Потрібно закупити необхідні засоби, облаштувати палати.

3.5. Проведення аналізу з використанням методу кластеризації

Був проведений аналіз даних в сховищі даних “Ліжко-місця” за допомогою методу кластеризації. Дані, які представлені в кластері 5 (Рис. 36) можна пояснити таким чином: зазвичай в хірургічному відділенні та відділенні кістково-гнійної хірургії хворих більше ніж 96 та менше ніж 159. З приводу ліжко-місць то їх кількість зазвичай є більшою ніж 122 та меншою ніж 157. Це є певні твердження по цим двом відділенням. Дану інформацію можна використовувати при плануванні розміщення ліжко-місць в цих двох відділеннях.

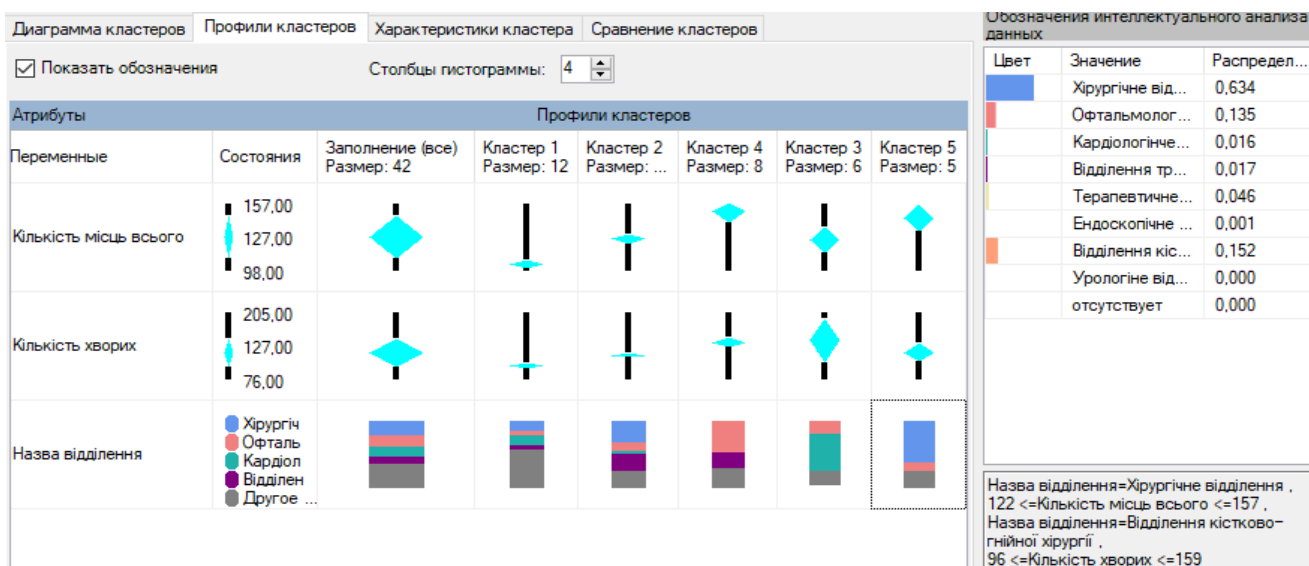


Рис. 36 Кластер 5

Дані, які представлені в кластері 4(Рис. 37) можна пояснити таким чином: зазвичай в офтальмологічному відділенні, відділенні трансфузіології, ендоскопічному відділенні, терапевтичному відділенні хворих більше ніж 130 та менше ніж 164. З приводу ліжко-місць то їх кількість зазвичай є більшою ніж 132 та меншою ніж 157. Дана інформація

являє собою певні твердження по цим відділенням і її можна буде використовувати при плануванні розміщення ліжко-місць в цих відділеннях.

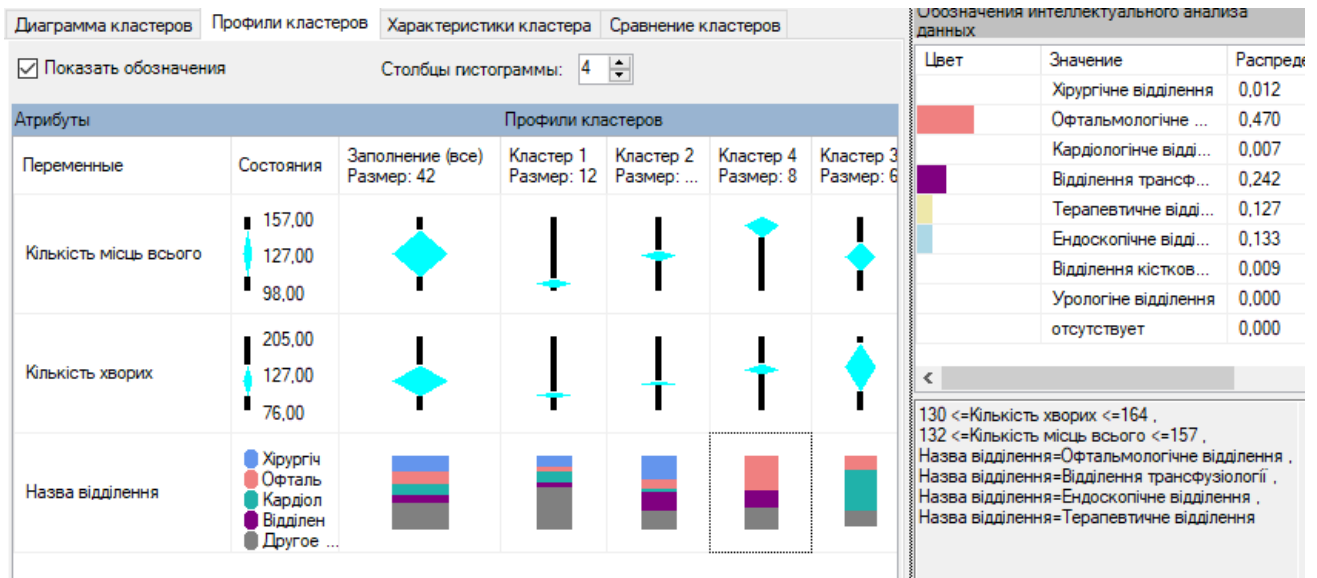


Рис. 37. Кластер 4

4. Висновки до третього розділу

1. В даному розділі було розроблено клієнтський додаток інформаційно-аналітичної системи підтримки діяльності лікарні на мові C# в середовищі Visual Studio.

2. Було проведено аналіз потреби у ліжко-місцях методом "Часових рядів" в Analysis Services, методом Хольта-Вінтерса, методом експоненціального згладжування. Результати даного аналізу показали, що в даній ситуації при прийнятті рішення про розміщення ліжко-місць слід опиратись на метод "Часових рядів" в Analysis Services та метод експоненціального згладжування.

3. Було спрогнозовано методом Хольта та методом експоненціального згладжування кількість хворих на коронавірус, що поступить в лікарню в наступному місяці.

4. Результати прогнозу показали те що в можна спиратись на метод Хольта та експоненціального згладжування при прийнятті рішення про створення умов для лікування хворих на COVID-19.

5.Результати кластеризації показали те, що деякі кластери містять інформацію про те, яка кількість хворих та ліжко-місць буває в певних відділеннях. Цю інформацію можна використовувати при плануванні розміщення ліжко-місць в цих відділеннях.

Висновки

В даній магістерській роботі:

1. Досліджено роботу “Київської міської клінічної лікарні №3”. Завдяки даному дослідженню була вивчена структура лікарні, визначений рівень автоматизації бізнес-процесів та сформована постановка задачі дослідження.
2. Досліджено проблему в забезпеченні ліжко-міццями пацієнтів хворих на COVID-19 в лікарні №3. Завдяки даному дослідженню став зрозумілий процес створення умов для лікування хворих та визначено складності даного процесу.
3. Досліджено та обґрунтовано вибір методів інтелектуального аналізу даних для визначення потреби в ліжко-міццях у відділеннях лікарні та для пацієнтів хворих на COVID-19. Дане дослідження показало, які методи є підходящими для визначення потреб в ліжко-міццях та аналізу потоку хворих з коронавірусом в лікарню №3.
4. Був розроблений алгоритм функціонування інформаційно-аналітичної системи. Даний алгоритм показує, які процеси проходять в інформаційно-аналітичній системі та які методи інтелектуального аналізу даних використовуються.
5. Розроблено сховище даних. Сховище даних інформаційно-аналітичної системи підтримки діяльності лікарні є необхідним для того, щоб зберігати дані про забезпечення відділень лікарні ліжко-міццями та надходження хворих на COVID-19 в ковідне відділення.
6. Розроблено клієнтський додаток. Цей додаток підключається до сховища даних і дає можливість виконувати обробку цих даних та експортувати дані в Excel для проведення прогнозування.
7. Проведений аналіз потреби у ліжко-міццях у відділеннях лікарні, в тому числі для хворих на COVID-19. За допомогою результатів даних прогнозів можна приймати рішення про розміщення ліжко-міцць у відділеннях лікарні та орієнтовно знати, яка кількість хворих на COVID-19 буде в

лікарні в наступний місяць для того, щоб наперед створити умови для лікування хворих з такою хворобою.

8. Підготована аналітична довідка для ОПР. Результати аналізу являють собою аналітичну довідку і на основі них ОПР може приймати рішення про розміщення ліжко-місць у відділеннях лікарні та про створення необхідних умов для лікування хворих на коронавірус.

Список використаних джерел

1. Всяких Е. И., Зуева А. Г., Носков Б. В., Киселев С. П., Сидоренко (общая редакция), Практика и проблематика моделирования бизнес-процессов. –М. : ДМК Пресс ; 2008. – 246 с.
2. Грофф, Джеймс Р., Вайнберг, Пол Н., Оппель, Эндрю Дж. SQL: полное руководство, 3-е изд: Пер. с англ – М: ООО “И.Д. Вильямс”, 2015 – 960 с.
3. Джеффри Рихтер CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 2.0 на языке C#. Мастер_класс. / Пер. с англ. — 2_е изд., исправ. —М. : Издательство «Русская Редакция» ; СПб. : Питер , 2008. — 656 стр.
4. Методичні вказівки до виконання магістерських робіт для магістрантів спеціальності 8.080401 “Інформаційні управляючі системи та технології” усіх форм навчання / Уклад. Л.Г. Загоровська, О.М. М’якшило, О.А. Хлобистова – К.: НУХТ, 2001 – 23с.
5. Методичні вказівки до виконання контрольних робіт з дисципліни: «Спіральна методологія проектування систем для студентів напряму 8.05010101 «Комп’ютерні науки» всіх форм навчання» Уклад.: О.М. М’якшило, О.В. Харкянен – К.: НУХТ, 2012 – 49 с.
6. Роберт Виейра Программирование баз данных Microsoft SQL Server 2005 для профессионалов , М:ООО “И.Д. Вильямс” , Компьютерное издательство “Диалектика” , 2008 – 1072 с.
7. Робинсон Уильям C# без лишних слов: Пер. с англ. - М.: ДМК Пресс. , 2002 -352с.
8. Шилдт, Герберт Полный справочник по C#.: Пер. с англ. – М. Издательский дом “Вильямс”, 2006. – 752 с
9. Ю.Є. Купцевич, / Альманах программиста, Том 1 Microsoft ADO.NET, Microsoft SQL Server, доступ к данным из приложений – М: Издательско-торговый дом “Русская Редакция”, 2003 -400 с
10. Интеллектуальный анализ даних[Електронний ресурс]: лабораторний практикум для студентів освітнього ступеня “бакалавр” спеціальності 122

“Комп’ютерні науки та інформаційні технології” денної та заочної форм навчання/ уклад.: О.М. М’якшило , О.В. Харкянен – К:НУХТ, 2016 -25 с.

11.М’якшило О.М., Загоровська Л.Г. CASE-технології у проектуванні інформаційних систем:[електронний ресурс] навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів К.: НУХТ, 2017. – 190 с.

12.М’якшило О.М. Спиральна методологія розробки систем. [Електронний ресурс] конспект лекцій для студентів освітнього ступеню "Магістр" спеціальності 122 "Комп’ютерні науки", спеціалізації "Інформаційні управляючі системи та технології" денної і заочної форм навчання / О.М. М’якшило – К: НУХТ, 2017 - 53 с.

13.Основи створення інтелектуальних систем прийняття рішень.[Електронний ресурс]: лабораторний практикум для підготовки магістрів спеціальності 122 «Комп’ютерні науки та інформаційні технології», спеціалізація «Інформаційні управляючі системи та технології» та «Комп’ютерний еколого-економічний моніторинг» денної та заочної форм навчання /уклад. Ю.П.Чаплінський, О.В.Субботіна – К.: НУХТ, 2017. – 200 с.

14. Теорія прийняття рішень [Електронний ресурс]: лаборат. практикум для студентів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 122 «Комп’ютерні науки та інформаційні технології» денної та заочної форм навчання / уклад. Л.Г. Загоровська, С.В. Грибков, Т.В. Ярова – К.: НУХТ, 2016. – 43 с.

15.CASE-технології для інжинірингу бізнес-процесів підприємств [Електронний ресурс]: лаборат. практикум для студ. спец. 8.05010101 «Інформаційні управляючі системи і технології», 8.05010105 «Комп’ютерний еколого-економічний моніторинг» денної форми навчання / уклад. Л.Г. Загоровська, С.В. Грибков – К.:НУХТ, 2015. – 40с.

16.[Електронний ресурс]- Режим доступу: <https://maddata.agency/mad-blog/chto-takoe-data-mining>

17.[Електронний ресурс]-Режим доступу: <https://loginom.ru/blog/decision-tree-p1>

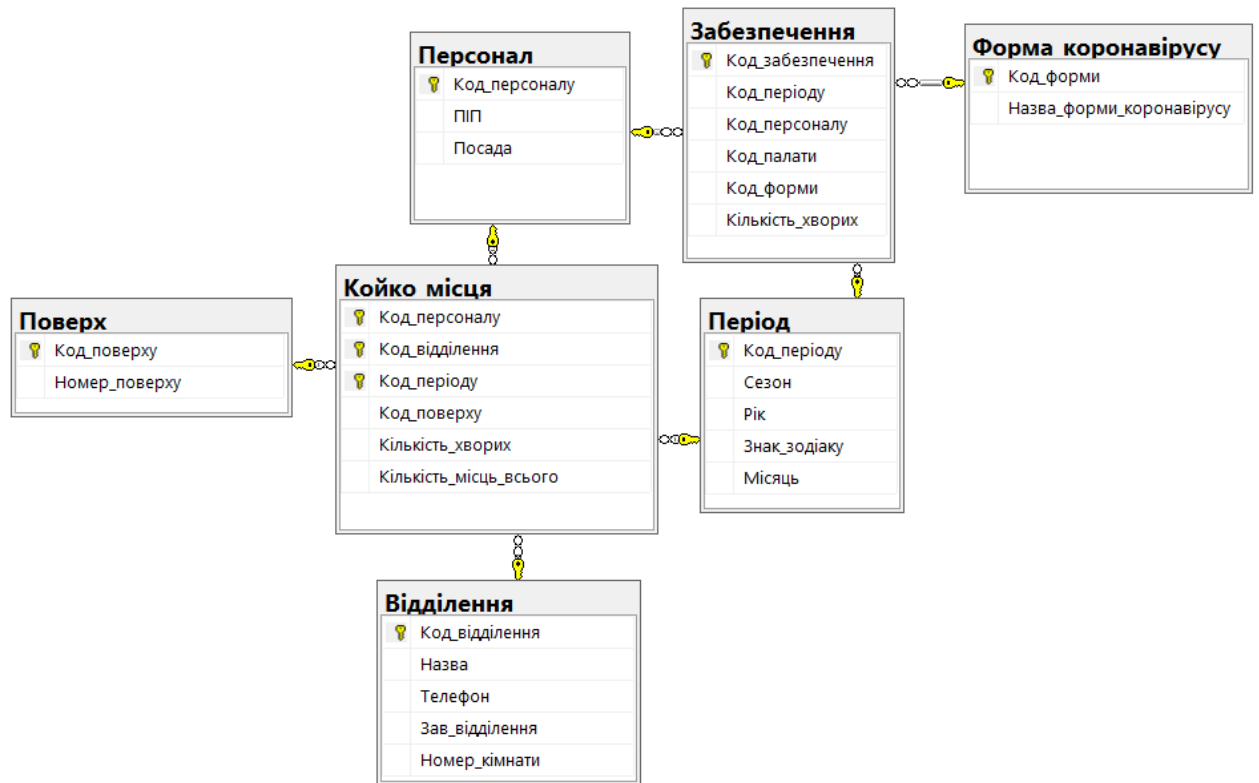
18.[Электронный ресурс] - Режим доступа:

<https://basegroup.ru/deductor/function/algorithm/clustering>

19.[Электронный ресурс]- Режим доступа:

<https://center2m.ru/ai-recognition>

Додаток А Схеми сховища даних в MS SQL Server



Додаток Б Програмний код

Програмний код навігаційного меню:

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;

namespace coursework
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }

        private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
        {
            //this.reportViewer1.RefreshReport();
        }

        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {

        }

        private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
        {
        }

        private void інформаціяПроліжкомісцяToolStripMenuItem_Click(object sender,
        EventArgs e)
        {
            Form2 N = new Form2();
            N.ShowDialog();
        }

        private void інформаціяПроХворихНаCOVID19ToolStripMenuItem_Click(object
        sender, EventArgs e)
        {
            Form3 N = new Form3();
            N.ShowDialog();
        }
    }
}
```

```

    }

    private void даніПоСпівробітниківToolStripMenuItem_Click(object sender,
EventArgs e)
    {
        Form4 N = new Form4();
        N.ShowDialog();
    }

    private void даніПровідділенняToolStripMenuItem_Click(object sender,
EventArgs e)
    {
        Form5 N = new Form5();
        N.ShowDialog();
    }

    private void періодToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        Form6 N = new Form6();
        N.ShowDialog();
    }
}
}

```

Програмний код форми “Інформація про ліжко-місця”

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using Excel = Microsoft.Office.Interop.Excel;
using System.Data;

namespace coursework
{
    public partial class Form2 : Form
    {
        public Form2()
        {
            InitializeComponent();
        }
    }
}

```

```

    }

    private void fillToolStripButton_Click(object sender, EventArgs e)
    {

    }

    private void Form2_Load(object sender, EventArgs e)
    {

        // TODO: данная строка кода позволяет загрузить данные в таблицу
        "hosp_wareDataSet.DataTable3". При необходимости она может быть перемещена или
        удалена.

        this.dataTable3TableAdapter.Fill(this.hosp_wareDataSet.DataTable3);

    }

    private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
    {

    }

    void SaveTable(DataGridView What_Save)
    {
        string path = System.IO.Directory.GetCurrentDirectory() + @"\" +
        "Save_Channel.xlsx";

        Excel.Application excelapp = new Excel.Application();
        Excel.Workbook workbook = excelapp.Workbooks.Add();
        Excel.Worksheet worksheet = workbook.ActiveSheet;

        for(int i=1;i< dataTable3DataGridView.RowCount+1;i++)
        {
            for (int j = 1; j < dataTable3DataGridView.RowCount + 1; j++)
            {

                worksheet.Rows[i].Columns[j] = dataTable3DataGridView.Rows[i -
1].Cells[j - 1].Value;

            }

        }

    }
}

```

Програмный код форми “Інформація про хворих на COVID-19”

```
using System;
```

```

using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using Excel = Microsoft.Office.Interop.Excel;
using System.Data;

namespace coursework
{
    public partial class Form3 : Form
    {
        public Form3()
        {
            InitializeComponent();
        }

        private void Form3_Load(object sender, EventArgs e)
        {
            // TODO: данная строка кода позволяет загрузить данные в таблицу
            "hosp_wareDataSet.DataTable5". При необходимости она может быть перемещена или
            удалена.
            this.dataTable5TableAdapter.Fill(this.hosp_wareDataSet.DataTable5);
        }

        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            SaveTable(dataTable5DataGridView);
        }

        void SaveTable(DataGridView What_Save)
        {
            string path = System.IO.Directory.GetCurrentDirectory() + @"\" +
            "Save_Channel_2.xlsx";

            Excel.Application excelapp = new Excel.Application();
            Excel.Workbook workbook = excelapp.Workbooks.Add();
            Excel.Worksheet worksheet = workbook.ActiveSheet;
            for (int i = 1; i < dataTable5DataGridView.RowCount + 1; i++)
            {
                for (int j = 1; j < dataTable5DataGridView.ColumnCount + 1; j++)
                {
                    worksheet.Rows[i].Columns[j] = dataTable5DataGridView.Rows[i -
                    1].Cells[j - 1].Value;
                }
            }

            excelapp.AlertBeforeOverwriting = false;
            workbook.SaveAs(path);
            excelapp.Quit();
        }
    }
}

```

```
}  
}
```

Програмный код формы “Персонал”

```
using System;  
using System.Collections.Generic;  
using System.ComponentModel;  
using System.Data;  
using System.Drawing;  
using System.Linq;  
using System.Text;  
using System.Threading.Tasks;  
using System.Windows.Forms;  
  
namespace coursework  
{  
    public partial class Form4 : Form  
    {  
        public Form4()  
        {  
            InitializeComponent();  
        }  
  
        private void персоналBindingNavigatorSaveItem_Click(object sender,  
EventArgs e)  
        {  
            this.Validate();  
            this.персоналBindingSource.EndEdit();  
            this.tableAdapterManager.UpdateAll(this.hosp_wareDataSet);  
        }  
  
        private void Form4_Load(object sender, EventArgs e)  
        {  
            // TODO: данная строка кода позволяет загрузить данные в таблицу  
            "hosp_wareDataSet.Персонал". При необходимости она может быть перемещена или  
            удалена.  
            this.персоналTableAdapter.Fill(this.hosp_wareDataSet.Персонал);  
        }  
    }  
}
```

Програмный код формы “Період”

```
using System;  
using System.Collections.Generic;  
using System.ComponentModel;  
using System.Data;  
using System.Drawing;  
using System.Linq;  
using System.Text;
```

```

using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;

namespace coursework
{
    public partial class Form6 : Form
    {
        public Form6()
        {
            InitializeComponent();
        }

        private void периодBindingNavigatorSaveItem_Click(object sender, EventArgs
e)
        {
            this.Validate();
            this.периодBindingSource.EndEdit();
            this.tableAdapterManager.UpdateAll(this.hosp_wareDataSet);
        }

        private void Form6_Load(object sender, EventArgs e)
        {
            // TODO: данная строка кода позволяет загрузить данные в таблицу
            "hosp_wareDataSet.Период". При необходимости она может быть перемещена или
            удалена.

            this.периодTableAdapter.Fill(this.hosp_wareDataSet.Период);
        }
    }
}

```

Програмный код формы “Відділення”

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;

namespace coursework
{
    public partial class Form5 : Form

```

```

{
    public Form5()
    {
        InitializeComponent();
    }

    private void відділенняBindingNavigatorSaveItem_Click(object sender,
EventArgs e)
    {
        this.Validate();
        this.відділенняBindingSource.EndEdit();
        this.tableAdapterManager.UpdateAll(this.hosp_wareDataSet);
    }

    private void Form5_Load(object sender, EventArgs e)
    {
        // TODO: данная строка кода позволяет загрузить данные в таблицу
"hosp_wareDataSet.Відділення". При необходимости она может быть перемещена или
удалена.
        this.відділенняTableAdapter.Fill(this.hosp_wareDataSet.Відділення);
    }
}
}

```