

## ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи на тему  
«Дослідження моделей та методів вирішення функціональної задачі  
планування операцій у клініці»

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет \_\_\_\_\_ *Комп'ютерних наук* \_\_\_\_\_  
(повна назва)  
Кафедра \_\_\_\_\_ *Інформаційних управляючих систем* \_\_\_\_\_  
(повна назва)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

### ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ

Дослідження моделей та методів вирішення функціональної задачі  
планування операцій у клініці  
(тема роботи)

Магістрант гр. ІУСТм-20-1  
(шифр групи)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Цвіркун О. А.  
(прізвище, ініціали)

Науковий керівник роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)

проф. М. В. Євланов  
(посада, ініціали, прізвище)

2021р.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Таблиця А.1 – Загальна характеристика роботи

Тема КР	Дослідження моделей та методів вирішення функціональної задачі планування операцій у клініці
Актуальність	Актуальність цієї роботи проявляється в необхідності забезпечення медичних закладів відповідним інформаційним продуктом, який би надавав можливість вирішення проблем, пов'язаних із складанням розкладу проведення хірургічних операцій.
Об'єкт дослідження	Процес формування розкладу хірургічних операцій Державної установи Інституту патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка.
Мета досліджень	Дослідження моделей та методів задачі формування розкладу проведення хірургічних операцій та розробка рішень для вирішення даної задачі.
Задачі досліджень	<ul style="list-style-type: none"> <li>– аналіз існуючих моделей та методів задачі формування розкладу проведення хірургічних операцій;</li> <li>– модифікація існуючої моделі та методу формування розкладу проведення хірургічних операцій з урахуванням характерних для неї особливостей;</li> <li>– практична реалізація моделі та методу вирішення задачі формування розкладу хірургічних операцій;</li> <li>– експериментальна перевірка розробленої технології вирішення задачі формування розкладу хірургічних операцій.</li> </ul>

## Кінець таблиці А.1

Нові наукові результати	Модифіковано модель задачі цільового програмування, запропонованої у одному із оглянутих джерел для вирішення задачі формування розкладу проведення хірургічних операцій, з метою можливості застосування даної моделі для вирішення задачі формування розкладу проведення хірургічних операцій у Державній установі Інституті патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка; запропоновано модифікацію методу пріоритетів та методу гілок та границь з метою розв'язання задачі з використанням модифікованої моделі; запропоновано модифікацію існуючої модифікації алгоритму гілок та границь для вирішення задачі комівояжера з метою спрощення розв'язання запропонованої моделі задачі формування розкладу проведення медичних операцій.
Практична значимість роботи	Проведений експеримент з використання заявок на проведення операцій показав, що реалізований алгоритм дозволяє більш ефективно розподілити ресурси клінічного підрозділу закладу та суттєво зменшити часові витрати на вирішення задачі формування розкладу хірургічних операцій у Державній установі Інституті патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка.

## ОЦІНКА СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

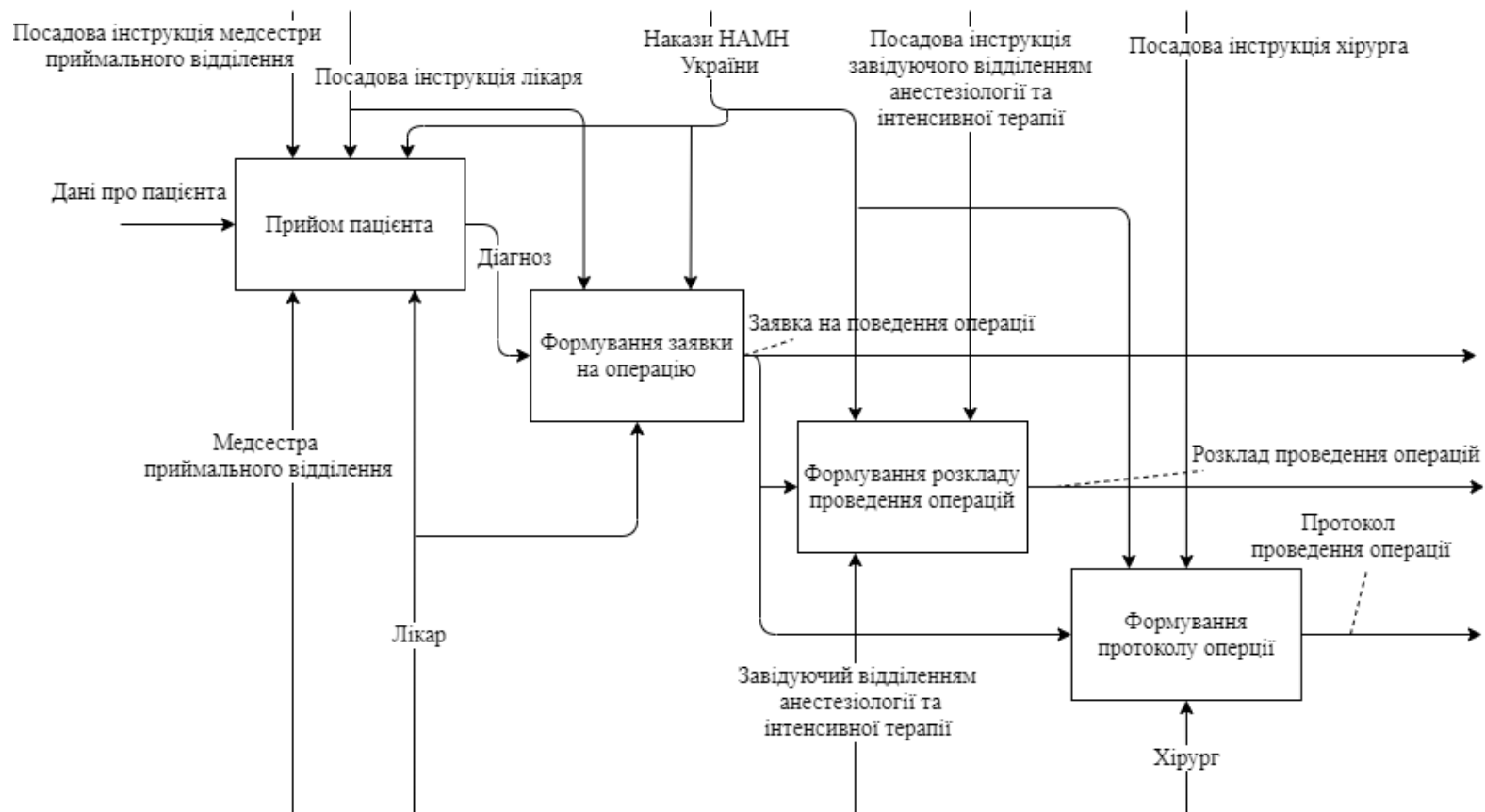


Рисунок А.1 – Схема взаємозв'язку процесів формування розкладу медичних операцій

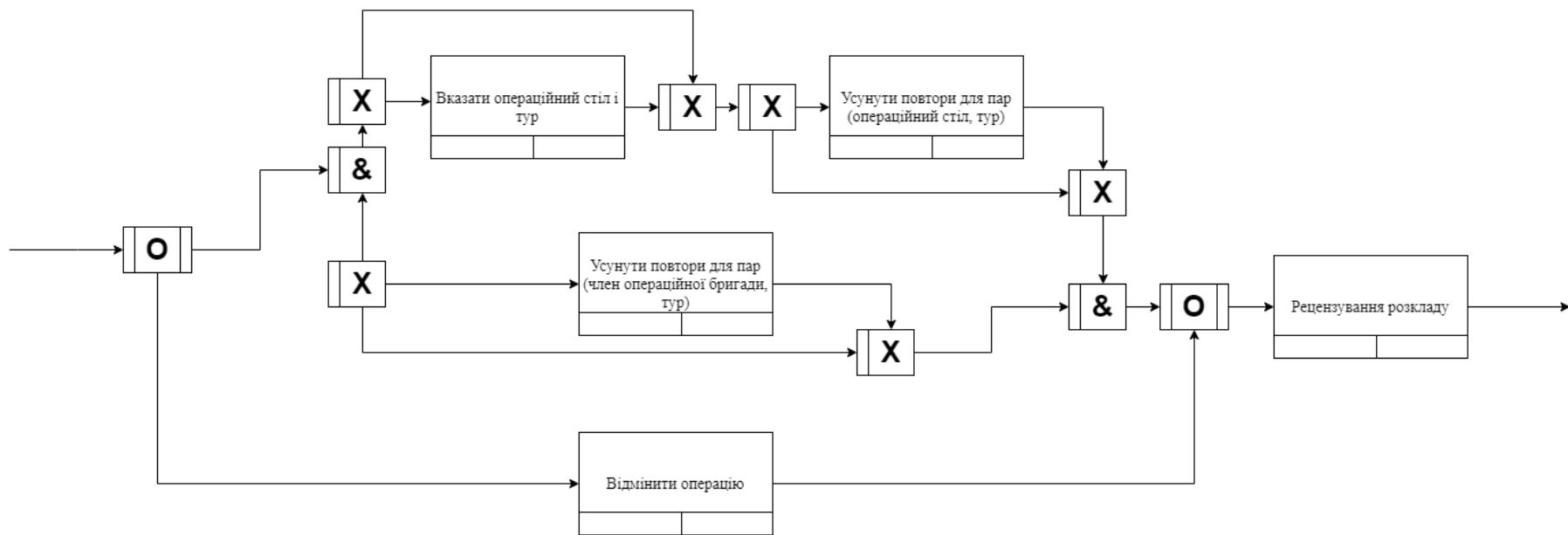


Рисунок 1.2 – Схема потоків робіт процесу формування розкладу хірургічних операцій

## МОДИФІКАЦІЯ ОБРАНОЇ МОДЕЛІ ЗАДАЧІ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ ХІРУРГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

Модифікована модель задачі цільового програмування має вигляд:

$$p_i = 1, \forall i, \quad (\text{A.1})$$

де  $i$  – операція;

$p_i$  – тривалість операції  $i$ .

$$1 \leq \sum_{j=1}^m \sum_{s=1}^S y_{jks} \leq 4, \forall k, \quad (\text{A.2})$$

де  $j$  – операційний стіл;

$m$  – кількість операційних;

$s$  – хірург;

$S$  – кількість хірургів;

$k$  – тур;

$y_{jks}$  – призначення хірурга  $s$  на операційний стіл  $j$  на тур  $k$ .

$$\sum_{s=1}^S \sum_{k=1}^r y_{jks} + k_j^- - k_j^+ \leq 5, \forall j, \quad (\text{A.3})$$

де  $s$  – член операційної бригади;

$S$  – кількість членів операційної бригади;

$k$  – тур;

$r$  – кількість турів;

$j$  – операційний стіл;

$y_{jks}$  – призначення члена операційної бригади  $s$  на операційний стіл  $j$  на тур  $k$ ;

$$\sum_{j=1}^m (k_j^- + k_j^+) \rightarrow \min, \quad (\text{A. 4})$$

де  $j$  – операційна;

$m$  – кількість операційних;

$k_j^-$  – величина від'ємного відхилення від збалансованого розподілу проміжків часу в операційній  $j$ ;

$k_j^+$  – величина додатного відхилення від збалансованого розподілу проміжків часу в операційній  $j$ .

$$\sum_{s=1}^S (r_s^+ + r_s^-) \rightarrow \min, \quad (\text{A. 5})$$

де  $s$  – член операційної бригади;

$S$  – кількість членів операційної бригади;

$r_s^+$  – величина додатного відхилення від бажаного туру членом операційної бригади  $s$ ;

$r_s^-$  – величина від'ємного відхилення від бажаного туру членом операційної бригади  $s$ .

$$\sum_{i=1}^n d_{ijk} * d_{jk} = \sum_{i=1}^n d_{ijk}, \forall j, \forall k, \quad (\text{A. 6})$$

де  $i$  – операція;

$n$  – кількість операцій;

$j$  – операційний стіл;

$k$  – відділення;

$d_{ijk}$  – призначення операції  $i$  на операційний стіл  $j$  відділення  $k$ ;

$d_{jk}$  – призначення операційного столу  $j$  відділенню  $k$ ;

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^r x_{ijk} * h_{ij} \leq 1, \forall j, \quad (\text{A. 7})$$

де  $i$  – операція;

$n$  – кількість операцій;

$r$  – кількість турів;

$k$  – тур;

$h_{ij}$  – призначення операції  $i$  для інфікованого пацієнта на операційний стіл  $j$ .

Модифікований варіант методу гілок та границь вирішення задачі комівояжера для вирішення задачі формування розкладу проведення хірургічних операцій складається з наступних кроків.

Крок 1. Вибрати обмеження з пріоритетом  $p$ . Перевірити, чи відповідає дана операція  $i$  обмеженню. Якщо відповідає – переходимо до обмеження  $p-1$ , і повторюємо процедуру, якщо ні – відсіюємо дану гілку. Якщо обмежень не залишилось – перехід до кроку 2.

Крок 2. Для кожного варіанта  $i$ -го рівня ( $i = 2, 3, \dots$ ) підрахувати оцінку нижньою (верхньою) границі. Доки є варіанти продовжити гілкування того варіанту рівня  $i, i-1, \dots, 1$ , що є кращим, та перейти до кроку 1.

Крок 3. Повторювати крок 2, доки не буде знайдено точного рішення на останньому рівні. Для нього підрахувати точно значення цільової функції. Якщо дане значення не гірше оцінок залишених варіантів, то знайдено оптимальне рішення. Якщо дане значення строго краще, то оптимальне рішення одне. Якщо значення функції останнього рівня не краще значень оцінок залишених варіантів, то перехід до пункту 2.

## ОПИС СУЧАСНОГО СТАНУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

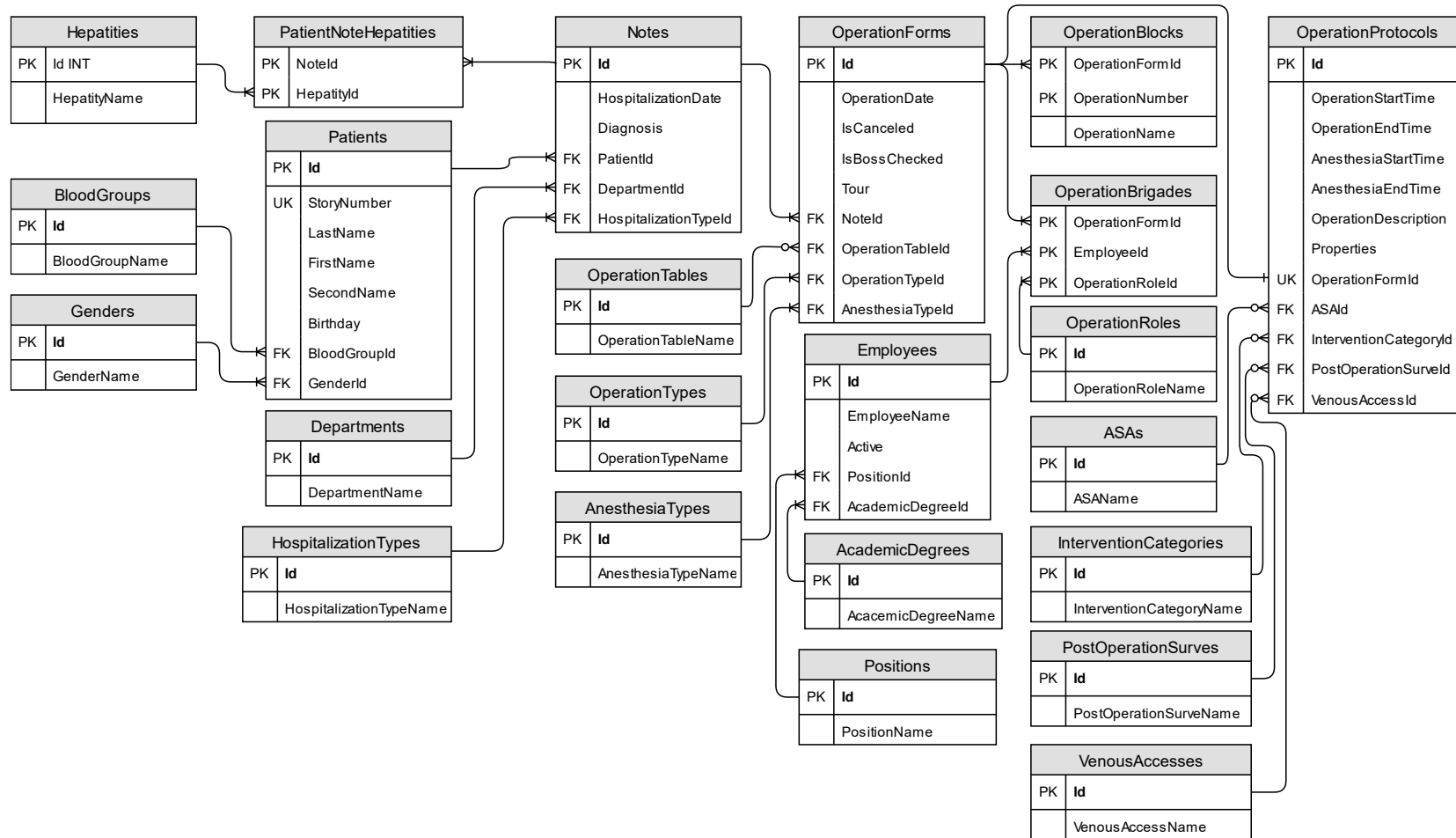


Рисунок А.3 – Схема логічної структури бази даних задачі «Облік проведення медичних операцій»



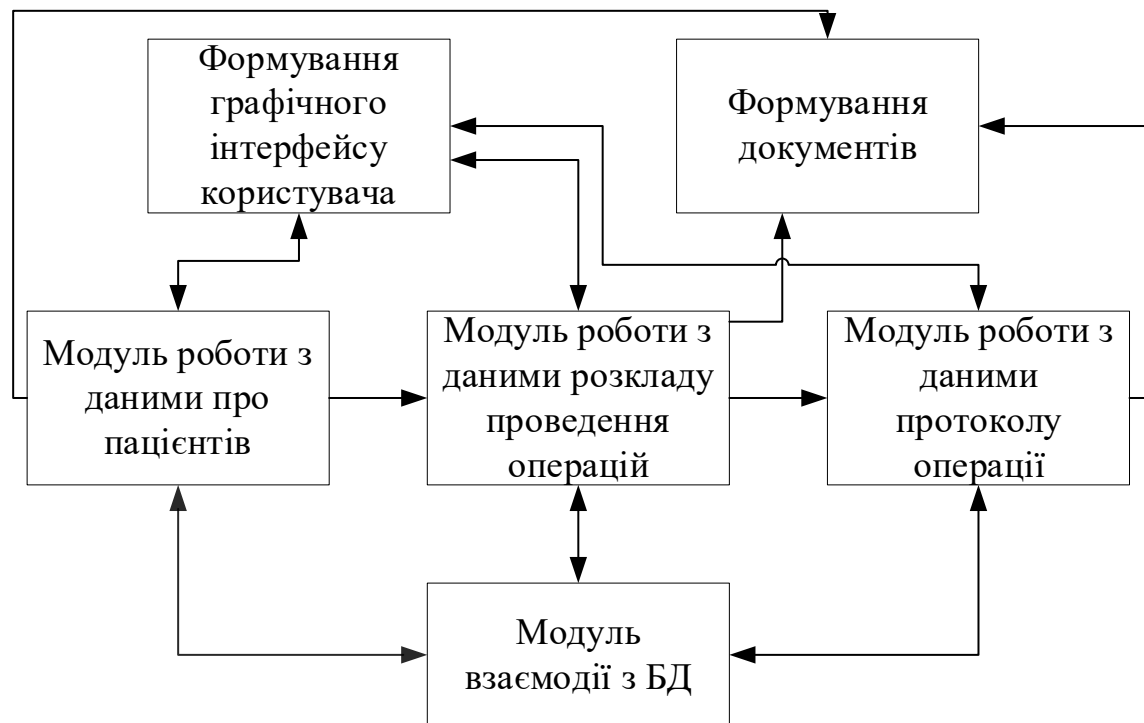


Рисунок А.5 – Схема взаємодії описаних програмних модулів задачі «Облік проведення медичних операцій»



## РОЗРОБЛЕНИЙ АЛГОРИТМ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ ПРОВЕДЕННЯ ХІРУРГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

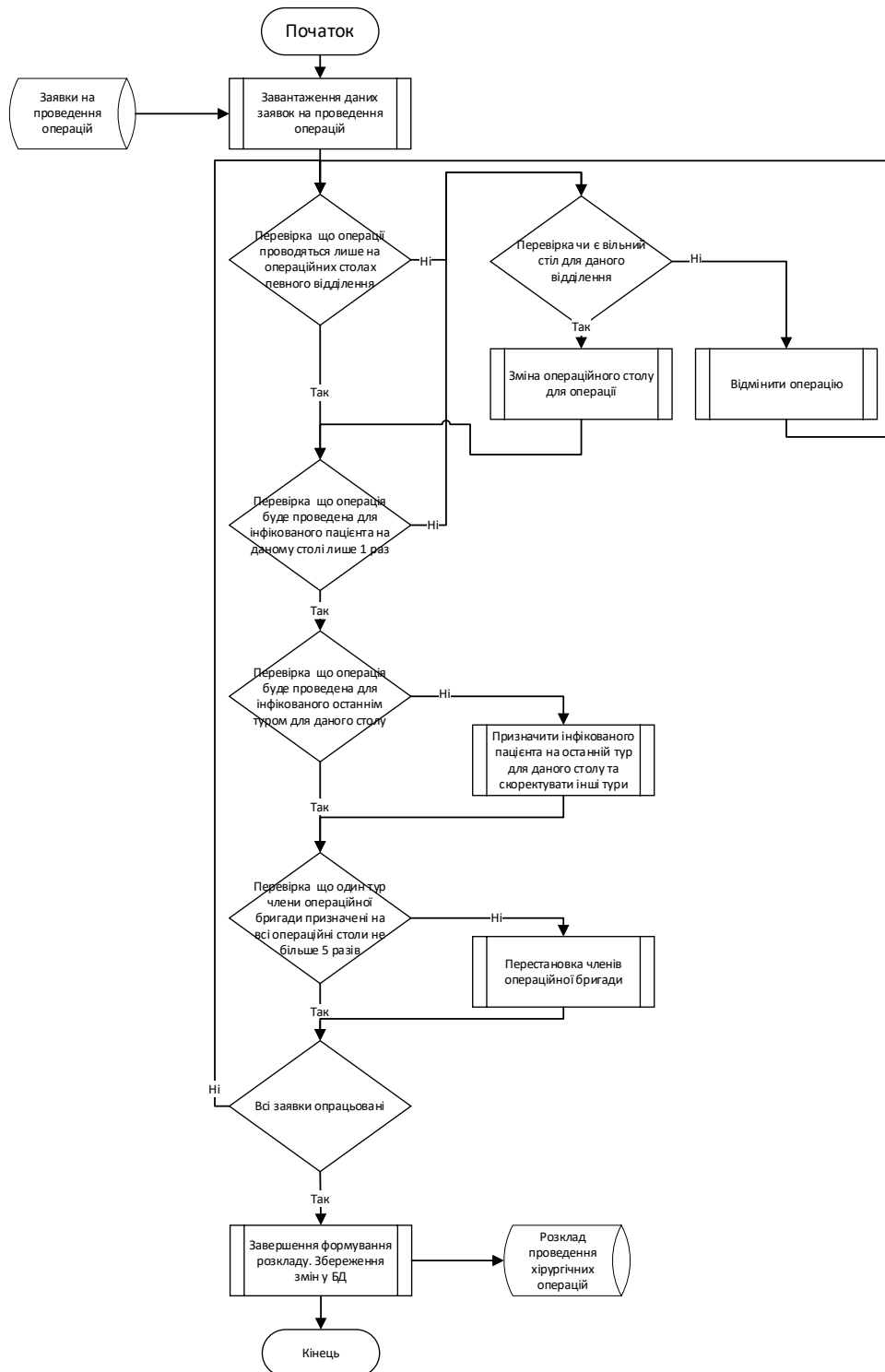


Рисунок А.7 – Схема роботи алгоритму автоматизованого вирішення задачі формування розкладу проведення хірургічних операцій

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА РОЗРОБЛЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ ХІРУРГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ

Таблиця А.2 – Вхідні дані для експериментальної перевірки розробленої технології автоматизованого вирішення задачі формування розкладу проведення хірургічних операцій

Дата	Відділення	Стіл	Тур	Прізвище	Інфекція	Назва операції	Хірург	Асистент 1	Асистент 2	Асистент 3	Анестезіолог
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
28.09.2021	Пат. Суглобів	16	1	Гресь	–	ТЕП правого кульшового суглобу...	дмн. Жигун А.І.	Циганок І.В.	Лікар-курсант	–	Маруф Ш.А.
28.09.2021	Пат. Суглобів	16	3	Бондар	–	Біопсія вогнища фіброзної дисп...	кмн. Танькут О.В.	–	–	–	Маруф Ш.А.
28.09.2021	Дитяче	2а	1	Бурлака	–	Шкірна пластика Іформування тр...	кмн. Гарбузняк І.М.	Гриценко А.М.	–	–	кмн. Волошин М.І.
28.09.2021	Дитяче	2а	1	Шарій	–	Операція Страйера обох стоп....	кмн. Кікош Г.В.	Вінніков Є.І.	Аль-Баяти Х А	–	кмн. Хмизов А.О.
28.09.2021	Дитяче	2б	1	Черський	–	Монтаж ст АЗФ на праве передпл...	проф. Хмизов С.О.	кмн. Пашенко А.В.	Лікар-курсант	–	кмн. Хмизов А.О.
28.09.2021	Дитяче	2б	3	Ханенко	–	Видалення кістково-хрящового е...	проф. Вирва О.Є.	Гриценко А.В.	Лікар-курсант	–	кмн. Хмизов А.О.
28.09.2021	Вертебрал.	3	1	Ляшенко	Вірусний гепатит	Задній спондилодез L2-L3-L4-L5...	кмн. Чернишов О.Г.	Тетянченко Р.М.	кмн. Палкін О.В.	–	кмн. Орлов Г.С.
28.09.2021	Вертебрал.	3	2	Гапон	–	Пункційна вертебропластика ті...	кмн. Попов А.І.	Гниря М.Ю.	–	–	дмн. Лизогуб М.В.

Кінець таблиці А.2

1	2	3	4		6	7	8	9	10	11	12
28.09.2021	Вертебрал.	3	3	Хижняк	–	Пункційна вертебропластика ті...	кнм. Попов А.І.	кнм. Барков О.О.	Гниря М.Ю.	–	дмн. Лизогуб М.В.
28.09.2021	Вертебрал.	3	4	Шиян	–	Пункційна вертебропластика тіл...	дмн. Скіданов А.Г.	Гольбаум М.Б.	–	–	кнм. Орлов Г.С.
28.09.2021	Вертебрал.	4	1	Пащук	–	Артроскопія, парціальна резекц...	кнм. Болховітін П.В.	Болховітін М.П.	–	–	Клебек М.Г.
28.09.2021	Вертебрал.	4	2	Сенюта	–	Артроскопія, парціальна резекц...	кнм. Болховітін П.В.	кнм. Нестеренко С.О.	Болховітін М.П.	–	Клебек М.Г.
28.09.2021	Невідкл. Травм.	5а	1	Братунь	–	Ендпротезування лівого колінно...	проф. Вирва О.Є.	кнм. Шевченко І.В.	Скорік І.О.	Ватаманни ца Д.Б.	Клебек М.Г.
28.09.2021	Невідкл. Травм.	5а	2	Мацюра	–	Видалення пухлини правого лікт...	проф. Хмизов С.О.	Ватаманниц а Д.Б.	Губський С.С.	–	Згола І.А.
28.09.2021	Пат. Суглобів	5а	3	Васьків	–	Ендпротезування лівого кульшо...	дмн. Бондаренко С.Є.	Баднауи А.А.	Нестеренк о О.С.	кнм. Арутюнян З.А.	кнм. Лизогуб К.І.

Таблиця А.3 – Вихідні дані експериментальної перевірки розробленої технології автоматизованого вирішення задачі формування розкладу проведення хірургічних операцій

Дата	Відділення	Стіл	Тур	Прізвище	Інфекція	Назва операції	Хірург	Асистент 1	Асистент 2	Асистент 3	Анестезіолог
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
28.09.2021	Пат. Суглобів	1а	1	Васьків	–	Ендопротезування лівого кульшо...	дмн. Бондаренко С.Є.	Баднауи А.А.	Нестеренко О.С.	кмн. Арутюнян З.А.	кмн. Лизогуб К.І.
28.09.2021	Пат. Суглобів	1б	1	Гресь	–	ТЕП правого кульшового суглобу...	дмн. Жигун А.І.	Циганок І.В.	Лікар-курсант	–	Маруф Ш.А.
28.09.2021	Пат. Суглобів	1б	2	Бондар	–	Біопсія вогнища фіброзної дисп...	кмн. Танькут О.В.	–	–	–	Маруф Ш.А.
28.09.2021	Дитяче	2а	1	Бурлака	–	Шкірна пластика Іформування тр...	кмн. Гарбузняк І.М.	Гриценко А.М.	–	–	кмн. Волошин М.І.
28.09.2021	Дитяче	2а	2	Шарій	–	Операція Страйера обох стоп....	кмн. Кікош Г.В.	Вінніков Є.І.	Аль-Баяти Х А	–	кмн. Волошин М.І.
28.09.2021	Дитяче	2б	1	Черський	–	Монтаж ст АЗФ на праве передпл...	проф. Хмизов С.О.	кмн. Пашенко А.В.	Лікар-курсант	–	кмн. Хмизов А.О.
28.09.2021	Дитяче	2б	2	Ханенко	–	Видалення кістково-хрящового е...	проф. Хмизов С.О.	Гриценко А.В.	Лікар-курсант	–	кмн. Хмизов А.О.
28.09.2021	Вертебрал.	3	1	Гапон	–	Пункційна вертебропластика ті...	кмн. Попов А.І.	Гниря М.Ю.	–	–	дмн. Лизогуб М.В.
28.09.2021	Вертебрал.	3	2	Хижняк	–	Пункційна вертебропластика ті...	кмн. Попов А.І.	кмн. Барков О.О.	Гниря М.Ю.	–	дмн. Лизогуб М.В.
28.09.2021	Вертебрал.	3	3	Шиян	–	Пункційна вертебропластика тіл...	дмн. Скіданов А.Г.	Гольбаум М.Б.	–	–	кмн. Орлов Г.С.

Кінець таблиці А.3

1	2	3	4		6	7	8	9	10	11	12
28.09.2021	Вертебрал.	3	4	Ляшенко	Вірусний гепатит	Задній спондилодез L2-L3-L4-L5...	к.мн. Чернишов О.Г.	Тетянченко Р.М.	к.мн. Палкін О.В.	–	к.мн. Орлов Г.С.
28.09.2021	Вертебрал.	4	1	Пашук	–	Артроскопія, парціальна резекц...	к.мн. Болховітін П.В.	Болховітін М.П.	–	–	Згола І.А.
28.09.2021	Вертебрал.	4	2	Сенюта	–	Артроскопія, парціальна резекц...	к.мн. Болховітін П.В.	к.мн. Нестеренко С.О.	Болховітін М.П.	–	Згола І.А.
28.09.2021	Невідкл. Травм.	5а	1	Братунь	–	Ендпротезування лівого колінно...	проф. Вирва О.Є.	к.мн. Шевченко І.В.	Скорік І.О.	Ватаманни ца Д.Б.	Клебек М.Г.
28.09.2021	Невідкл. Травм.	5а	2	Мацюра	–	Видалення пухлини правого лікт...	проф. Вирва О.Є.	Ватаманниц а Д.Б.	Губський С.С.	–	Клебек М.Г.

## ВИСНОВКИ

Аналіз об'єкта дослідження показав, що завдяки автоматизації процес формування розкладу проведення хірургічних операцій займатиме менше часу, ніж редагування з використанням графічного інтерфейсу користувача, що був розроблений у бакалаврській роботі у рамках задачі «Облік проведення медичних операцій» ІС медичного закладу.

Аналіз наукових праць з цієї тематики показав, що процес формування розкладу проведення хірургічних операцій не є стандартизованим та має певні відмінності навіть в медичних установах країн Європи та Америки, які досить інтенсивно використовують інформаційні технології, в тому числі в сфері охорони здоров'я. Це призводить до того, що дослідження на дану тематику є актуальним, тому що потребує як мінімум модифікації існуючих моделей та методів вирішення задачі формування розкладу, в тому числі з урахуванням специфіки процесу формування розкладу проведення хірургічних операцій у конкретному медичному закладі.

Було проведено огляд існуючих МІС та інших інформаційних технологій на предмет можливості їх застосування для вирішення задачі формування розкладу проведення хірургічних операцій, але було виявлено, що існуючі технології спрямовані в першу чергу на задачі прийому та обслуговування пацієнтів, а в другу – на формування графіку роботи лікарів та інших співробітників медичних закладів не надають функціоналу для автоматичного формування розкладу проведення хірургічних операцій.

В ході даної роботи було модифіковано модель задачі цільового програмування, запропонованої у одному з оглянутих джерел для вирішення задачі формування розкладу проведення хірургічних операцій, з метою можливості застосування даної моделі для вирішення задачі формування розкладу проведення хірургічних операцій у Державній установі Інституті патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка. Також було запропоновано модифікацію методу пріоритетів та методу гілок та границь з метою розв'язання задачі з використанням модифікованої моделі. Було

запропоновано модифікацію існуючої модифікації алгоритму гілок та границь для вирішення задачі комівояжера з метою спрощення розв'язання запропонованою моделі задачі формування розкладу проведення медичних операцій.

Було оглянуто сучасний стан автоматизації об'єкта дослідження, який був частково автоматизований в рамках задачі «Облік проведення медичних операцій» та реалізовано запропонований алгоритм вирішення задачі формування розкладу проведення медичних операцій.

Було проведено експеримент з використання заявок на проведення операцій, який показав, що реалізований алгоритм дозволяє більш ефективно розподілити ресурси клінічного підрозділу закладу та суттєво зменшити часові витрати на вирішення задачі формування розкладу хірургічних операцій.

Хоча розроблене рішення для вирішення задачі формування розкладу проведення хірургічних операцій і є відносно ефективним, однак воно може бути покращене шляхом виявлення неявних залежностей, що дозволить підвищити ефективність вирішення задачі формування розкладу хірургічних операцій.

Публікації, пов'язані з тематикою даної роботи:

– Цвіркун О. А. Дослідження моделей та методів планування хірургічних операцій. 25-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. Матеріалів форуму. Т. 6. – Харків: ХНУРЕ. 2021. – 424с.

– Цвіркун О. А. Аналіз підходів проектування сховищ даних з урахування необхідності зберігання історії зміни даних. 24-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. Матеріалів форуму. Т. 6. – Харків: ХНУРЕ. 2020. – 416 с.

– Цвіркун О. А. Інформаційна система обліку проведення медичних операцій. 23-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. Матеріалів форуму. Т. 6. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – 306 с.