

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Кафедра менеджменту, публічного управління та персоналу

ПРИЙМАКОВА Віра Олександрівна

**Організація системи управління медичною інформацією
в закладі охорони здоров'я**

спеціальність 073 «Менеджмент»
освітньо-професійна програма
«Менеджмент закладів охорони здоров'я»

Кваліфікаційна робота

Виконала студентка групи
МЗОЗм-21
Приймакова В.О.

Науковий керівник:
д.е.н., доцент Жуковська А.Ю.

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту

«__» _____ 20__ р

Завідувач кафедри

_____ М.М. Шкільняк

ТЕРНОПІЛЬ – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ МЕДИЧНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ В ЗАКЛАДІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я	7
1.1. Поняття медичної інформації та методи роботи з нею в закладі охорони здоров'я	7
1.2. Роль медичних інформаційних систем в діяльності закладів охорони здоров'я	13
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МЕДИЧНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ В КНП ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ «ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ СПЕЦІАЛІЗОВАНИЙ ДИТЯЧИЙ МЕДИЧНИЙ ЦЕНТР»	21
2.1. Оцінка організаційного забезпечення управління медичною інформацією в досліджуваному закладі охорони здоров'я.....	21
2.2. Аналіз ефективності функціонування медичної інформаційної системи в досліджуваному заклад охорони здоров'я.....	27
РОЗДІЛ 3. ШЛЯХИ ВПРОВАДЖЕННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ МЕДИЧНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ ЗАКЛАДУ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я.....	34
ВИСНОВКИ.....	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54

ВСТУП

Актуальність проблеми. Протягом останніх десятиліть змінюються моделі надання медичної допомоги. Вектор розвитку змістився у бік міждисциплінарних та організаційних підходів. Заклади охорони здоров'я відходять від стандартних методів лікування пацієнтів та розвивають напрямок управління загальним станом здоров'я пацієнтів та аналізу безперервності лікувального процесу.

Одним із стратегічних векторів розвитку сфери охорони здоров'я є підвищення тривалості життя населення, що лінійно залежить від прийняття лікарських рішень на основі отриманих медичних даних. Цифровізація сфери охорони здоров'я є одним із пріоритетних завдань на найближчі десятиліття. Заклади охорони здоров'я прагнуть сформувати єдине інформаційне середовище.

В останні роки процес збору даних в закладах охорони здоров'я став більш упорядкованим завдяки сучасним ІТ-рішенням та кардинальним змінам внутрішніх бізнес-процесів. Отримані дані дають змогу удосконалити щоденні процеси та підвищити рівень догляду за пацієнтами. Окрім вивчення ретроспективної та поточної інформації, медичні працівники можуть відстежувати динаміку лікування пацієнтів та вживати превентивних заходів.

Для надання високого рівня медичних послуг сучасні заклади охорони здоров'я розвивають підхід до прийняття рішень на основі даних. Одним із недоліків існуючого інформаційного середовища закладів охорони здоров'я є слабе управління даними через відсутність інтегрованих додатків, а також єдиного середовища управління довідковою та нормативною інформацією. Управління даними зобов'язує медичні організації формувати спеціалізовані платформи, необхідні для централізованого управління та забезпечення їх доступності у всій організації з урахуванням надання індивідуальних прав доступу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Загальні концептуальні засади функціональної діяльності сучасних закладів охорони здоров'я

висвітлюються в працях таких вчених, як: В. Г. Акельма, В. І. Борщ, Т. Л. Желюк, О. С. Кириченко, Н. М. Кривокульська, В. Д. Парій, О. М. Сумець та М. М. Шкільняк. Дослідженню інформаційних технологій в сфері охорони здоров'я присвячені праці Л. В. Батюка, М. А. Бондаренко, Т. І. Бондаренко, О. В. Висоцької, А. Ю. Жуковської, О. В. Зайцевої, В. Г. Кнігавко, Л. Б. Ліщинської, Н. В. Лобач, Л. О. Момоток, Є. Б. Радзішевської, О. В. Рожнової, О. С. Рукіна, О. В. Сілкова та Л. В. Юшина. Безпосередньо блокчейн-технології та їх використання в сфері охорони здоров'я вивчають: О. Балазюк, Ю. В. Боришев, І. Є. Булах, Л. П. Войтенко, І. Кириченко, В. С. Ланова, О. О. Лапко, М. Р. Мруга, В. Пилявець, О. С. Солосіч і Г. Терещенко.

Незважаючи на множину та різноплановість проаналізованих наукових досліджень у вітчизняній літературі відсутні комплексні дослідження на тему організації системи управління медичною інформацією в конкретних закладах охорони здоров'я. Саме це актуалізує обрану тематику кваліфікаційної роботи. Зважаючи на це сформуємо мету та завдання наукового дослідження.

Метою кваліфікаційної роботи є розвиток теоретичних положень та вироблення практичних рекомендацій щодо удосконалення організації системи управління медичною інформацією в закладі охорони здоров'я.

Досягнення поставленої мети зумовило необхідність вирішення таких **завдань**:

- дослідження поняття медичної інформації та вивчення методів роботи з нею в закладі охорони здоров'я;
- вивчення ролі медичних інформаційних систем в діяльності закладів охорони здоров'я;
- здійснення оцінювання організаційного забезпечення управління медичною інформацією в досліджуваному закладі охорони здоров'я;
- проведення аналізу ефективності функціонування медичної інформаційної системи в досліджуваному закладі охорони здоров'я;
- розробка шляхів впровадження блокчейн-технологій в систему управління медичною інформацією закладу охорони здоров'я.

Об'єктом дослідження у кваліфікаційній роботі є процес управління медичною інформацією в закладі охорони здоров'я.

Предметом дослідження у кваліфікаційній роботі є підходи, способи, методи, методики, техніки та технології організації системи управління медичною інформацією в закладі охорони здоров'я.

Для досягнення поставленої мети та розв'язання визначених завдань при проведенні дослідження були використані наступні **методи**: метод структурного аналізу – для дослідження організаційної структури КНП ЛОР «ЗСДМЦ» та модульної структури МІС «Helsi»; метод функціонального аналізу – для вивчення функцій різних структурних підрозділів КНП ЛОР «ЗСДМЦ» та безпосередньо організаційно-методичного відділу; метод класифікації – для групування різних видів медичних інформаційних систем; метод порівняння – для співставлення можливостей платформи «Helsi» для пацієнтів, лікарів та закладів охорони здоров'я та характеристик різних видів та підвидів блокчейна; метод анкетування – для оцінювання ефективності роботи МІС «Helsi» в КНП ЛОР «ЗСДМЦ»; метод побудови алгоритмів – для розробки алгоритму формування ланцюжків переходів блоків розподіленого реєстру; економіко-математичні методи – для використання під час розробки алгоритму формування ланцюжків переходів блоків розподіленого реєстру; метод моделювання – побудови моделі функціонування смарт-контрактів та функціонування блокчейну як бази даних для зберігання інформації про пацієнта; дерево Меркля – для розробки рекомендацій щодо підвищення ефективності перевірки цілісності медичних даних.

Наукова новизна кваліфікаційної роботи полягає у розвитку теоретичних основ організації системи управління медичною інформацією в закладі охорони здоров'я.

Практична значущість результатів дослідження полягає в тому, що розроблені в ньому теоретичні положення та практичні рекомендації щодо удосконалення організації системи управління медичною інформацією в закладі охорони здоров'я, зокрема за рахунок впровадження технологій

блокчейну, можуть бути використані в роботі комунального некомерційного підприємства Львівської обласної ради «Західноукраїнський спеціалізований дитячий медичний центр» та інших медичних закладів України.

Апробація. За результатами дослідження опубліковано 2 тез доповідей: на тему «Управління медичною інформацією в закладі охорони здоров'я» у збірнику тез доповідей V Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Актуальні проблеми менеджменту та публічного управління в умовах сучасних викликів» [22] (м. Тернопіль, 16 травня 2024 року) та на тему «Цифрові інструменти управління медичною інформацією» у збірнику тез доповідей Наукової інтернет-конференції молодих вчених, аспірантів та студентів кафедри менеджменту, публічного управління та персоналу «Інноваційні технології в менеджменті та публічному управлінні» [23] (м. Тернопіль, 27 листопада 2024 року).

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ МЕДИЧНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ В ЗАКЛАДІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

1.1. Поняття медичної інформації та методи роботи з нею в закладі охорони здоров'я

Відповідно до визначання, яке наведено у ст. 1 Закону України «Про інформацію»: «інформація – будь-які відомості та/або дані, які можуть бути збережені на матеріальних носіях або відображені в електронному вигляді» [11]. У науковому середовищі прийнято використовувати визначення медичної інформації, яке на нашу думку є досить доречним: «медична інформація – це різноманітні дані про організм людини, медичні заклади, засоби лікування, види профілактичних заходів, довідкова література» [38].

До характерних властивостей інформації у науці відносять: «1) об'єктивність (вона є відображенням зовнішнього світу, а він існує незалежно від нашої свідомості, знань, думок та суджень про нього); 2) достовірність (інформація є достовірною, якщо вона відображає істинний стан справ; на основі достовірної інформації приймаються правильні рішення); 3) повнота (інформацію можна назвати повною, якщо її достатньо для розуміння ситуації та прийняття рішення); 4) актуальність інформації (важливість, істотність для даного часу); 5) корисність (ступінь корисності інформації залежить від потреб конкретних людей і від тих задач, які за допомогою отриманої інформації можна розв'язати); 6) зрозумілість (інформація повинна бути представлена в доступному для сприйняття вигляді)» [51].

Всі види медичної інформації поділяються на п'ять основних груп:

1) алфавітно-цифрова – це інформація, яка утворена звичайними повідомленнями, передана чи збережена на певному носії; як правило упорядкована у певній послідовності;

2) сірошкальна візуально-графічна інформація – до якої відносяться рентгенологічні зображення, ехограми, ехокардіограми, сцинтиграми,

томограми. Існують різні типи такої інформації в залежності від її роздільної здатності. Підвищена роздільна здатність потрібна, в першу чергу, для мамограм і рентгенологічних знімків органів грудної клітини.

3) кольорова візуально-графічна інформація – найбільш поширена та перспективна, застосовується у таких напрямках як: ендоскопічні зображення внутрішньої структури очей, слизових оболонок шлунково-кишкового тракту, слизових оболонок гортані, носа, отоскопічні зображення, артроскопічні і лапароскопічні зображення, мазки крові, цитологічні та гістологічні зрізи, біомікроскопія, кольорове доплерівське картування, електрокардіограми, інші електрофізіологічні дані тощо.

4) звукова динамічна інформація – до якої належить промова пацієнта з неврологічною або психічною патологією, патологією гортані. Також: тони серця, судинний шум, перистальтичні шуми кишечника, доплерівські сигнали кровотоку при ехокардіографії, флоуметричні сигнали, сигнали від фетальних моніторів та інші.

5) комбінована динамічна інформація – яка є поєднанням динамічної візуальної та звукової, візуальної та алфавітно-цифрової інформації [5].

У багатьох закладах охорони здоров'я діє модель інформаційного забезпечення, яка обґрунтована управлінням охорони здоров'я вітчизняної школи та включає обов'язкове використання трьох основних видів інформації:

- нормативно--директивної – націлює керівника на визначення основних напрямів діяльності, встановлення перед системою цілей та підцілей;

- науково--медичної та передового досвіду – дає змогу уточнити цілі та підцілі розв'язання проблем, розкриває еталони організації тих чи тих систем для порівняння із наявною ситуацією (інформація з власних джерел) та дає при цьому змогу виявити проблеми, які потребують розв'язання у цій системі, а також обрати оптимальний варіант їх розв'язання;

- інформації з «власних джерел» – використовується не тільки для коригування процесу управління, а й із метою контролю за його результатами.

Аналітика даних у сфері охорони здоров'я є процес автоматизації збору, обробки та аналізу складних медичних даних для отримання повного розуміння ситуації про пацієнтів і подальшого прийняття обґрунтованих рішень. Вплив аналітики даних у галузі охорони здоров'я величезний: від скорочення медичних витрат до персоналізованого лікування та від аналізу поведінки пацієнтів до фармацевтики [40]. Більше того, аналітика даних у охороні здоров'я впливає на практику як на макро-, так і на мікрорівні, що дозволяє розробляти автоматизовані рішення для підвищення якості послуг та зниження витрат.

На рис. 1.1 представлені основні переваги, які може принести управління медичними даними для організацій сфери охорони здоров'я, медичного персоналу та пацієнтів [5]:

1. Створення всебічного уявлення про пацієнтів дозволяє формувати профіль пацієнта, що відображає його поточний стан здоров'я і дозволяє виконувати прогнози на короткострокові періоди.
2. Підвищення рівня взаємодії з пацієнтами включає зв'язок з пацієнтами шляхом повідомлення їх про необхідний догляд, прийняття лікарських засобів.
3. Підвищення якості результатів лікування шляхом отримання високої якості інформації про пацієнтів.
4. Прийняття управлінських бізнес-рішень, засноване на даних, дозволить медичним організаціям приймати обґрунтовані рішення щодо розвитку організації.
5. Аналіз діяльності роботи медичного персоналу дозволяє вибудовувати рейтинг згідно з ключовими показниками ефективності, наприклад, час, що витрачається на проведення лікування, прийняття лікарських рішень.
6. Аналіз діяльності медичної організації на основі даних дозволить керівництву організації вибудувати довгостроковий розвиток показників медичної, соціальної та економічної ефективності.



Рис. 1.1. Управління медичними даними: переваги використання в сфері охорони здоров'я

Примітка. Наведено за [12]

Останні кілька десятиліть робота з медичними даними переходить з ручного режиму в оцифрований. якими стикаються медичні фахівці за даними у сфері охорони здоров'я.

Фрагментовані медичні дані можуть являти собою структуровані та неструктуровані дані в електронних таблицях або базах даних, зображеннях або відеофайлах, цифрових документах, відсканованих паперових документах або можуть зберігатися у спеціалізованих форматах, таких як формат DICOM, який використовується для сканування знімків магнітно-резонансної томографії (МРТ). Дані широко дублюються, багаторазово збираються і зберігаються у різних постачальників медичних послуг: лікарні,

багатопрофільні медичні центри, страхові органи Таким чином, немає єдиного джерела достовірної інформації про самопочуття пацієнтів [7].

Наступною труднощами є часті зміни в медичних даних, наприклад, ПІБ, професія, місце проживання, стан пацієнтів. Крім того, пацієнти протягом багатьох років отримують різні види лікування, які з часом розвиваються і нові типи даних. , з якими потрібно працювати спеціалістам.

Одним з гострих питань є конфіденційність медичних даних, що має відповідати нормативним актам [8] і державним постановам. Низька якість даних значно ускладнює проведення необхідних аудитів і дотримання нормативних вимог, а також обмежує різноманітність даних, які можна використовувати на благо пацієнтів.

Говорячи про аналітику отриманих медичних даних, можна назвати такі види аналітики.

Ретроспективна аналітика використовує історичні дані щодо порівнянь чи виявлення закономірностей. Даний тип аналізу використовується для пошуку відповідей на запитання про те, що вже сталося. Предиктивна аналітика використовує поточні та історичні дані, щоб виконувати прогнози на майбутнє. Моделі, створені за допомогою цього типу аналітики, найкраще підходять для відповідей на питання про те, що може статися далі, і дозволяє ключовим користувачам отримувати уявлення про майбутнє. Наказує аналітика дозволяє прогнозувати майбутні результати досліджень. Машинне навчання є важливим фактором у цьому типі аналітики. Надана інформація може допомогти визначити найкращий план дій. Ми можемо отримати уявлення про те, який курс дій слід зробити для досягнення найбільш ідеального результату за допомогою аналітики.

На рис. 1.2 представлено графік залежності глибини аналітики від складності даних.

Згідно з розробленою схемою залежності глибини аналітики від складності даних пропонується опис ІТ-рішень, найбільш поширених у прогнозній та ретроспективній видах аналітики.

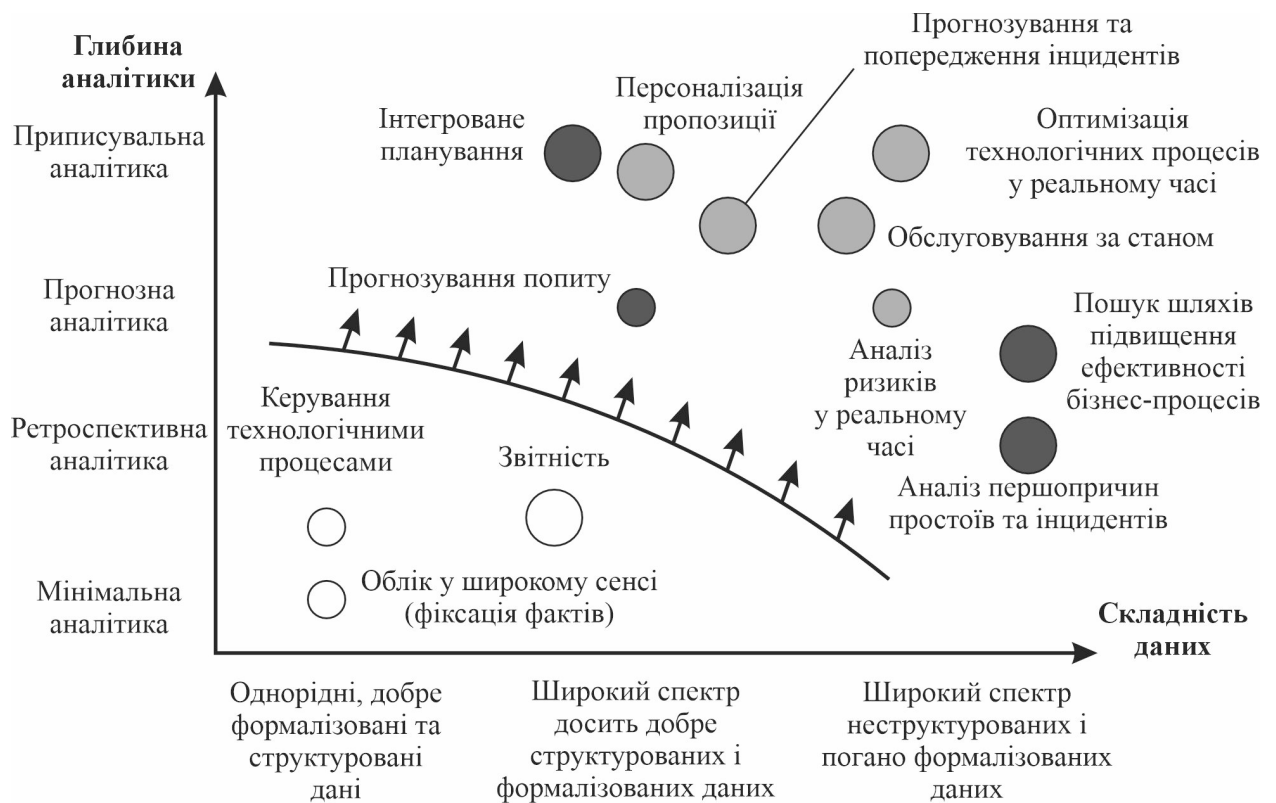


Рис. 1.2. Графік залежності глибини аналітики від складності даних

Примітка. Наведено за [18]

Прогнозне моделювання, необхідне для аналізу поточних та ретроспективних даних, використовує інтелектуальний аналіз даних, машинне навчання та статистику для виявлення закономірностей та прогнозування результатів. Прогностичні моделі, побудовані на основі даних, що збираються про стан здоров'я, надають рішення на макро- і мікрорівні.

Використання прогнозої аналітики є важливою складовою для співробітників медичних організацій з точки зору попередження про потенційні ризики. Аналізуючи поведінкові дані, можна прогнозувати результати лікування, виявляти потенційні ризики хронічних захворювань. Зібрані дані про стан здоров'я пацієнтів можна використовувати для оцінки ризику, прогнозування та запобігання повторній госпіталізації, прогнозування захворювання та погіршення стану, що дозволить підвищити якість медичних послуг.

Сфера охорони здоров'я є однією з найдинамічніших і найскладніших галузей в частині управління даними. Безперервне зростання кількості, зміна

структури даних вимагають від медичних організацій запровадження новітніх технологій для якісної роботи з даними та підвищення якості надання медичних послуг.

У міру розвитку управління медичними даними організації збирають велику кількість різноманітних даних, пов'язаних зі здоров'ям пацієнта та якістю надання послуг, і вибудовують їх інтеграцію для отримання нових ідей, забезпечуючи при цьому безпеку та конфіденційність даних про пацієнтів.

1.2. Роль медичних інформаційних систем в діяльності закладів охорони здоров'я

Використання інформаційних технологій у вирішенні професійних завдань є невід'ємною частиною діяльності лікаря будь-якої спеціальності. Медичний працівник, безумовно, повинен володіти своєю предметною областю та вміти використовувати інформаційно-комп'ютерні технології під час здійснення професійних обов'язків.

Ключовою ланкою інформатизації охорони здоров'я є медична інформаційна система. Медична інформаційна система (МІС) – це система автоматизації документообігу для лікувально-профілактичних установ, в якій об'єднано систему підтримки прийняття медичних рішень, електронні медичні картки пацієнтів, дані медичних досліджень у цифровому форматі, дані моніторингу стану пацієнта з медичних приладів, засоби спілкування між працівниками, фінансова та адміністративна інформація [21].

Сучасна концепція інформаційних систем передбачає об'єднання електронних записів про хворих (англ. *electronic patient records*) з архівами медичних зображень та фінансовою інформацією, даними моніторингу медичних приладів, результатами роботи автоматизованих лабораторій та систем стеження, наявність сучасних засобів обміну інформацією (електронної внутрішньої лікарняної пошти, інтернету, відео-конференція і т. д.).

Інформаційні медичні системи поділяють за ієрархічним принципом, який відповідає структурі охорони здоров'я як галузі, на такі рівні: базовий

рівень, рівень закладу охорони здоров'я, територіальний та державний, рівні (рис. 1.3). Усередині кожного рівня медичні інформаційні системи класифікуються за функціональним принципом, тобто за цілями та завданням.

МІС базового рівня представлені системами інформаційної підтримки технологічних процесів (медико-технологічні інформаційні системи). Системи такого класу призначені для інформаційного забезпечення прийняття рішень у професійній діяльності лікарів різних спеціальностей.



Рис. 1.3. Ієрархічна класифікація МІС

Примітка. Наведено за [32]

Основна їх мета – комп'ютерна підтримка роботи лікаря-клініциста, гігієніста, лаборанта та ін. Вони дозволяють підвищити якість профілактичної та лікувально-діагностичної роботи, особливо в умовах масового обслуговування при дефіциті часу та кваліфікованих спеціалістів [3]. В залежності від вирішуваних завдань описані інформаційні системи можна поділити на такі групи: 1) інформаційно-довідкові системи, які призначені для пошуку та видачі медичної інформації за запитом користувача; 2) консультативно-діагностичні системи, що необхідні для діагностики патологічних станів, включаючи прогноз та вироблення рекомендацій щодо способів лікування при захворюваннях різного профілю; 3) приладо-комп'ютерні системи, які забезпечують інформаційну підтримку та автоматизацію діагностичного та лікувального процесу, що здійснюються при безпосередньому контакті з організмом хворого; 4) автоматизовані робочі місця спеціалістів, що створюють умови для автоматизації всього

технологічного процесу лікаря відповідної спеціальності та забезпечують інформаційну підтримку при прийнятті діагностичних та тактичних лікарських рішень (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Класифікація МІС базового рівня

Примітка. Наведено за [32]

МІС закладів охорони здоров'я – це інформаційні системи, засновані на об'єднанні всіх інформаційних потоків в єдину систему та забезпечують автоматизацію різних видів діяльності установи [14]. Традиційна, без використання інформаційних технологій, система управління закладом охорони здоров'я має низку істотних недоліків: 1) відсутність оперативності у отриманні необхідної інформації; 2) необхідність здійснення додаткових розрахунків для одержання показників; 3) відсутність оперативної можливості оцінити показники діяльності закладу охорони здоров'я у динаміці; 4) неможливість якісного аналізу показників діяльності медичної організації.

У зарубіжних країнах впровадження МІС на рівні закладу охорони здоров'я вже досить давно вважається абсолютно необхідною та природною складовою діяльності охорони здоров'я. У розвинених країнах МІС закладів охорони здоров'я розробляються, починаючи з 1960-х років минулого століття, а з середини 1980-х років великі медичні організації витрачають до третини свого бюджету на впровадження та експлуатацію таких МІС, причому особлива увага приділяється вирішенню управлінських завдань.

МІС закладів охорони здоров'я представлені такими групами: 1) інформаційні системи консультативних центрів, які призначені для

забезпечення функціонування відповідних підрозділів та інформаційної підтримки лікарів під час консультування, діагностики та прийняття рішень при невідкладних станах; 2) банки інформації медичних служб, що містять зведені дані про якісний та кількісний склад працівників установи, прикріпленого населення, основні статистичні відомості, характеристики районів обслуговування та інші необхідні відомості; 3) персоніфіковані реєстри, які зберігають інформацію про прикріплений або спостережуваний контингент на основі формалізованої історії хвороби або амбулаторної карти; 4) скринінгові системи, що необхідні для проведення долікарського профілактичного огляду населення, а також для виявлення груп ризику та хворих, які потребують допомоги фахівця; 5) інформаційні системи закладів охорони здоров'я, які засновані на поєднанні всіх інформаційних потоків у єдину систему та тим самим забезпечують автоматизацію різних видів діяльності медичної установи; 6) інформаційні системи науково-дослідних інститутів та медичних вузів, що уможлиблюють інформатизацію технологічного процесу навчання, науково-дослідної роботи та управлінської діяльності науково-дослідних інститутів та вузів (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Класифікація МІС закладів охорони здоров'я

Примітка. Наведено за [32]

МІС територіального рівня – це програмні комплекси, що забезпечують управління спеціалізованими та профільними медичними службами, поліклінічною (включаючи диспансеризацію), стаціонарною та швидкою медичною допомогою населенню на рівні території (міста, області, регіону)

[12]. На цьому рівні медичні інформаційні системи представлені такими основними групами: 1) інформаційна система територіального органу управління охорони здоров'я (адміністративно-управлінські інформаційні системи, які створюють умови для виконання комплексу організаційних завдань, що вирішуються керівниками та головними спеціалістами в організаційно-методичних відділах, інформаційно-аналітичних центрах; статистичні інформаційні системи, які здійснюють збір, обробку та отримання зведених даних по конкретній території за основними медико-соціальними показниками та за формами державної статистичної звітності); 2) інформаційна система для вирішення медико-технологічних завдань, яка забезпечує інформаційну підтримку діяльності медичних працівників спеціалізованих медичних служб; 3) комп'ютерні телекомунікаційні медичні мережі, що необхідні створення єдиного інформаційного простору охорони здоров'я лише на рівні регіону (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Класифікація МІС територіального рівня

Примітка. Наведено за [32]

МІС державного рівня призначені для інформаційної підтримки державного рівня системи охорони здоров'я. У МІС цього рівня можна виділити такі типи систем: 1) інформаційні системи державних органів управління охороною здоров'я (інформаційні системи, які здійснюють інформаційну підтримку організації управління відповідним державним органом; адміністративно-управлінські інформаційні системи, які необхідні для нормального функціонування комплексу організаційних завдань

управління галуззю, що дозволяє оптимізувати розподіл та використання ресурсів, здійснювати вибір пріоритетних напрямків); 2) статистичні інформаційні системи, які забезпечують збирання, обробку та отримання по території зведених даних за основними медико-соціальними показниками та за державною статистичною звітністю; 3) медико-технологічні інформаційні системи, що здійснюють вирішення завдань інформаційної підтримки діяльності медичних працівників спеціалізованих медичних організацій на державному рівні; 4) галузеві інформаційні системи, які забезпечують інформаційну підтримку галузевих медичних організацій; 5) комп'ютерні телекомунікаційні медичні мережі, що необхідні створення єдиного інформаційного простору охорони здоров'я лише на рівні держави (рис. 1.7).

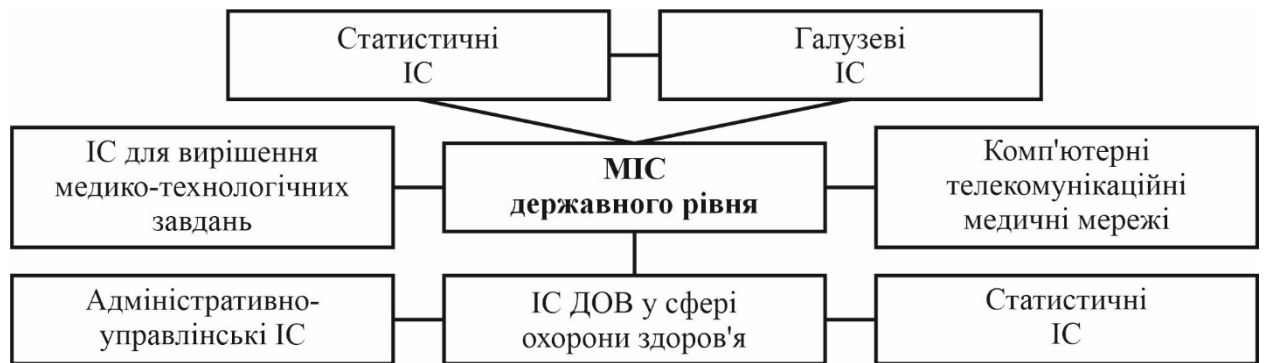


Рис. 1.7. Класифікація МІС державного рівня

Примітка. Наведено за [32]

Головна перевага комплексної медичної інформаційної системи – це підвищення ефективності діяльності закладу охорони здоров'я, починаючи від роботи реєстратури та закінчуючи системою прийняття управлінських рішень [2]. Медичні автоматизовані інформаційні системи дозволяють сучасним медичним організаціям вирішувати безліч різних управлінських завдань.

В першу чергу, інформатизація медицини створює оптимальні умови для ведення бази клієнтів, зберігання їх персональних даних, відомостей про надані послуги, діагнози та хвороби, результати обстежень та аналізів (електронна карта). Маючи ці відомості в електронному форматі, лікареві набагато простіше орієнтуватися в даних, ставити діагнози та планувати

подальше лікування та спостереження. У лікаря скорочується кількість паперової роботи, оскільки інформація на прийомі одразу заноситься в комп'ютер, за необхідності друкується на основі стандартної текстової заготовки. Виключається ризик втрати важливих даних та необхідність повторних обстежень через втрату інформації. Наприклад, за статистикою 11% проведених лабораторних досліджень доводиться призначати повторно саме через неможливість знайти результати у паперовому вигляді в архіві установи. Це додаткові фінансові та часові витрати, що знижують ефективність роботи закладу охорони здоров'я в цілому [8].

Через медичну інформаційну систему також здійснюється запис до спеціалістів, розподіл пацієнтів між структурними підрозділами з урахуванням завантаженості та графіку роботи працівників. При цьому легко визначити попит на конкретні медичні послуги, лікарів, структурні підрозділи, зручні години запису тощо. В комерційних клініках через МІС ведеться облік кожного пацієнта з урахуванням його лояльності, автоматичним розрахунком знижок, бонусів, сертифікатів, полісів додаткового медичного страхування та інших програм. МІС дає змогу вести звітність і взаємодіяти із страховими організаціями.

Система дає змогу оперативно відстежувати стан складу та отримувати актуальну інформацію про запаси та витрати номенклатури, постачання та розрахунки, рух препаратів та витратних матеріалів за видами послуг, спеціалізаціями, структурними підрозділами тощо. За допомогою МІС: проводиться ціноутворення на платні медичні послуги; формуються прайс-листи на окремі види послуг або комплексні програми; вносяться зміни у вартість медичних послуг, автоматично враховуються знижки та інші індивідуальні бонуси пацієнтів тощо.

На базі медичної інформаційної системи ведеться облік працівників, аналіз їхньої діяльності, заповнюється робочий графік фахівців, на підставі якого проводиться розрахунок зарплати та облік фінансових відносин із працівником. Таким чином, МІС є величезним електронним архівом даних про

діяльність закладу охорони здоров'я, в яких легко та швидко орієнтуватися. Сервісні можливості дозволяють формувати доступ до різних груп інформації для працівників та керівників.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МЕДИЧНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ В КНП ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ «ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ СПЕЦІАЛІЗОВАНИЙ ДИТЯЧИЙ МЕДИЧНИЙ ЦЕНТР»

2.1. Оцінка організаційного забезпечення управління медичною інформацією в досліджуваному закладі охорони здоров'я

Комунальне некомерційне підприємство Львівської обласної ради «Західноукраїнський спеціалізований дитячий медичний центр» (КНП ЛОР «ЗСДМЦ») – «комунальна дитяча клініка, що функціонує з 1990 року. Спочатку заклад був відомий як «Львівська обласна дитяча спеціалізована клінічна лікарня», а згодом отримав свою сучасну назву. Засновником центру є Львівська обласна рада» [21].

Спочатку лікарню створили як «спеціалізований заклад для надання медичної допомоги дітям, постраждалим від наслідків Чорнобильської катастрофи. Згодом її діяльність значно розширилася. Нині тут лікують широкий спектр захворювань, зокрема дитячу онкологію, кардіологічні, ревматологічні, пульмонологічні та ендокринні патології. У Центрі працюють пластичні та лазерні хірурги, а також спеціалісти з лікування дітей із тяжкими ураженнями центральної нервової системи та нирковою недостатністю. Крім поширених хвороб, фахівці центру займаються рідкісними (орфаними) захворюваннями, такими як муковісцидоз, синдром мальабсорбції та інші» [21].

19 січня 2018 року в КНП «ЗСДМЦ» урочисто відкрили оновлене відділення онкогематології. Його вперше за 25 років капітально відремонтували у 2017 році за кошти благодійників. Це відділення є унікальним для всієї Львівської області.

В структурі КНП ЛОР «ЗСДМЦ» функціонують: 1) «приймальне відділення; 2) відділення гематології та інтенсивної хіміотерапії; 3) педіатричне відділення; 4) відділення анестезіології та інтенсивної терапії»; 5)

«клініка спеціалізованої хірургії; 6) клініка муковісцидозу; 7) клініка психічного здоров'я дітей, підлітків та молоді; 8) клініка неврології; 9) клініка дитячої імунології та ревматології; 10) клініка комплексної медичної реабілітації; 11) клініка дитячої онкології та трансплантації кісткового мозку; 12) відділення надання медичних послуг; 13) відділення діагностики; 14) бактеріологічна лабораторія; 15) клінічна лабораторія; 16) мобільний хоспіс для дітей» [21].

Таблиця 2.1

Структурні підрозділи КНП ЛОР «ЗСДМЦ»

Назва структурного підрозділу	Призначення та функції
1	2
Приймальне відділення	Приймальне відділення призначене для сортування хворих і їх прийому в стаціонарні відділення, оформлення медичної документації хворих, а також для надання медичної допомоги пацієнтам відділень, невідкладної та консультативної допомоги амбулаторним пацієнтам у неробочий час, вихідні та святкові дні.
Відділення гематології та інтенсивної хіміотерапії	Основними напрямками діяльності відділення є: злоякісні захворювання системи крові (лейкемії, лімфоми, гістіоцитози, апластичні анемії тощо); усі види анемії, захворювання системи гемостазу (гемофілія, хвороба Віллебранда, тромбоцитопенії тощо).
Педіатричне відділення	Педіатричне відділення структурно збудоване як багатопрофільне спеціалізоване відділення центру. Це створює можливість надання широкого спектру звичайної та спеціалізованої медичної допомоги дітям різних вікових груп в одному місці.
Клініка муковісцидозу	В клініці проводиться консультування, діагностика, лікування та моніторинг хворих на муковісцидоз. Основні напрямки роботи: діагностика муковісцидозу; визначення тактики лікування; амбулаторне консультування і стаціонарне лікування; моніторинг; навчання батьків і хворих; психологічна допомога хворим та їхнім батькам.
Відділення анестезіології та інтенсивної терапії	Основними напрямками діяльності відділення є: токсикологія, онкологія та гематологія, гостра та хронічна ниркова недостатність, декомпенсовані стани при ендокринних патологіях, імунодефіцити, генетичні захворювання, тяжкі захворювання ЦНС, та різні орфанні захворювання.
Клініка спеціалізованої хірургії	Основними напрямками спеціалізованого хірургічного відділення від часу заснування є дитяча онкологія і пластична хірургія.
Клініка психічного здоров'я дітей, підлітків та молоді	Клініка надає висококваліфіковану консультативну допомогу дітям, підліткам та молоді до 24 років з розладами психіки та емоцій. Послуги клініки: консультації лікаря психіатра дитячого, лікаря-психіатра, психотерапевта, психолога, логопеда, соціального педагога; діагностика та лікування розладів психіки та емоцій у дітей, підлітків та молоді; консультування з питань збереження психічного здоров'я; консультативний супровід сім'ї.
Клініка неврології	Відділення спеціалізується на таких патологіях: дитячий

1	2
	церебральний параліч; епілесія та епілептичні синдроми; наслідки інфекційних, травматичних та інших уражень нервової системи; наслідки перинатальних уражень нервової системи; вроджені вади розвитку нервової системи; спадково-дегенеративні захворювання нервової системи та опорно-рухового апарату. затримка темпів психомовного розвитку; загальні розлади психологічного розвитку; дитячий аутизм; поведінкові та емоційні розлади дитячого та підліткового віку; розлади харчової поведінки; невротичні розлади; енурез та енкупрез.
Клініка дитячої імунології та ревматології	В клініці надається високоспеціалізована медична допомога дітям з патологією імунної системи, ревматологічними хворобами, ендокринними та гастроентерологічними захворюваннями.
Клініка комплексної медичної реабілітації	Клініка призначена для забезпечення комплексної терапії пацієнтам, що лікуються у відділеннях стаціонару, та надання консультативної допомоги амбулаторним хворим і консультативної допомоги лікарям.
Клініка дитячої онкології та трансплантації кісткового мозку	Клініка призначена для лікування таких захворювань: пухлини головного та спинного мозку: доброякісні та злоякісні пухлини центральної нервової системи; солідні пухлини у дітей. Проводяться аутологічні трансплантації з попередньою кріоконсервацією стовбурових клітин периферичної крові.
Відділення надання медичних послуг	У відділенні проводяться консультації за 20 педіатричними спеціальностями: педіатр, невролог, онколог, хірург, імунолог, алерголог, гінеколог, ендокринолог, пульмонолог, гематолог, нефролог, гастроентеролог, дитячий ортопед-травматолог, дорослий ортопед-травматолог, офтальмолог, дитячий отоларинголог, дорослий отоларинголог, кардіоревматолог, сурдолог, психіатр, психолог, психотерапевт.
Відділення діагностики	Відділення діагностики виконує інструментальні, ультразвукові та рентгенологічні (рентгенографія, КТ) дослідження, ендоскопічні (езофагогастроудоденоскопія, колоноскопія) обстеження та маніпуляції дітям та дорослим при різних захворюваннях та функціональні обстеження стану серцево-судинної, нервової та дихальної систем.
Бактеріологічна лабораторія	Лабораторія атестована на проведення досліджень і має дозвіл режимної комісії на роботу з мікроорганізмами III-IV груп патогенності. Вона забезпечує лабораторними дослідженнями дорослих та дітей з наявним електронним скеруванням.
Клінічна лабораторія	Напрямки роботи діагностичної лабораторії: загально-клінічні, гематологічні, біохімічні, імунологічні дослідження та дослідження гемостазу. На базі клініко-діагностичної лабораторії функціонує ургентна лабораторна служба, що забезпечує виконання аналізів цілодобово та у вихідні дні.
Мобільний хоспіс для дітей	Хоспіс забезпечує медичну та психологічну опіку пацієнта, шляхом здійснення регулярних виїздів до пацієнта, надає розхідні матеріали, дороговартісну апаратуру, спеціальне медичне харчування.

Примітка. Сформовано автором на основі [21]

В КНП ЛОР «ЗСДМЦ» законтрактована НСЗУ по 17-ти пакетах медичних послуг: № 3 «Хірургічні операції дорослим та дітям у стаціонарних умовах»; № 4 «Стаціонарна допомога дорослим та дітям без проведення хірургічних операцій»; № 9 «Профілактика, діагностика, спостереження та лікування в амбулаторних умовах»; № 12 «Езофагогастроуденоскопія»; № 13 «Колоноскопія»; № 16 «Лікування пацієнтів методом гемодіалізу в амбулаторних умовах»; № 17 «Хіміотерапевтичне лікування та супровід пацієнтів з онкологічними захворюваннями у стаціонарних та амбулаторних умовах»; № 19 «Психіатрична допомога дорослим та дітям у стаціонарних умовах»; № 23 «Стаціонарна паліативна медична допомога дорослим і дітям»; № 24 «Мобільна паліативна медична допомога дорослим та дітям»; № 25 «Медична реабілітація немовлят, які народилися передчасно та/або хворими, протягом перших трьох років життя»; № 37 «Лікування пацієнтів методом перитонеального діалізу в амбулаторних умовах»; № 38 «Лікування та супровід пацієнтів з гематологічними та онкогематологічними захворюваннями в стаціонарних та амбулаторних умовах»; № 50 «Забезпечення кадрового потенціалу системи охорони здоров'я шляхом організації надання медичної допомоги із залученням лікарів-інтернів»; № 54 «Реабілітаційна допомога дорослим і дітям у амбулаторних умовах»; № 64 «Лікування дорослих та дітей методом трансплантації органів»; № 65 «Лікування дорослих та дітей методом трансплантації гемопоетичних стовбурових клітин». Більш детальна інформація про законтрактовані пакети медичних гарантій представлені в табл. 2.2.

В процесі функціонування КНП ЛОР «ЗСДМЦ» використовується великий обсяг інформації. В структурі досліджуваного закладу охорони здоров'я створено окремий відділ – організаційно-методичний, який здійснює інформаційно-комунікативне та методичне забезпечення процесу надання медичних послуг.

В Положенні про організаційно-методичний відділ КНП ЛОР «ЗСДМЦ» визначено перелік функцій та завдань, які він виконує: 1) здійснення

Таблиця 2.2

Інформація про законтракторані НСЗУ пакети медичних послуг в КНП ЛОР «ЗСДМЦ»

Номер і назва пакету медичних послуг	Напрямок	Сума, грн
ПМГ № 3 «Хірургічні операції дорослим та дітям у стаціонарних умовах»	Стаціонарні послуги загального профілю	11 586 386
ПМГ № 4 «Стаціонарна допомога дорослим та дітям без проведення хірургічних операцій»	Стаціонарні послуги загального профілю	31 053 876
ПМГ № 9 «Профілактика, діагностика, спостереження та лікування в амбулаторних умовах»	Амбулаторні послуги загального профілю	12 947 051
ПМГ № 12 «Езофагогастродуоденоскопія»	Діагностичні обстеження раннього виявлення новоутворень	229 416
ПМГ № 13 «Колоноскопія»	Діагностичні обстеження раннього виявлення новоутворень	245 088
ПМГ № 16 «Лікування пацієнтів методом гемодіалізу в амбулаторних умовах»	Діаліз	1 513 476
ПМГ № 17 «Хіміотерапевтичне лікування та супровід пацієнтів з онкологічними захворюваннями у стаціонарних та амбулаторних умовах»	Онкологія	10 991 307
ПМГ № 19 «Психіатрична допомога дорослим та дітям у стаціонарних умовах»	Психіатрична допомога	8 551 619
ПМГ № 23 «Стаціонарна паліативна медична допомога дорослим і дітям»	Паліативна медична допомога	123 611
ПМГ № 24 «Мобільна паліативна медична допомога дорослим та дітям»	Паліативна медична допомога	1 195 874
ПМГ № 25 «Медична реабілітація немовлят, які народилися передчасно та/або хворими, протягом перших трьох років життя»	Медична реабілітація	1 298 400
ПМГ № 37 «Лікування пацієнтів методом перитонеального діалізу в амбулаторних умовах»	Діаліз	5 311 392
ПМГ № 38 «Лікування та супровід пацієнтів з гематологічними та онкогематологічними захворюваннями в стаціонарних та амбулаторних умовах»	Онкологія	15 671 770
ПМГ № 50 «Забезпечення кадрового потенціалу системи охорони здоров'я шляхом організації надання медичної допомоги із залученням лікарів-інтернів»	Збереження кадрового потенціалу	1 365 912
ПМГ № 54 «Реабілітаційна допомога дорослим і дітям у амбулаторних умовах»	Медична реабілітація	3 213 540
ПМГ № 64 «Лікування дорослих та дітей методом трансплантації органів»	Трансплантація	9 459 768
ПМГ № 65 «Лікування дорослих та дітей методом трансплантації гемопоетичних стовбурових клітин»	Трансплантація	9 093 209

Примітка. Складено автором на основі даних КНП ЛОР «ЗСДМЦ»

«аналітико-статистичної та організаційно-методичної роботи в сфері охорони здоров'я, пов'язаної з діяльністю закладу; 2) дотримання стандартів якості надання медичної допомоги, нормативно-правових документів та наукової інформації; 3) взаємодія з НСЗУ щодо забезпечення пацієнтів різними видами медичної допомоги; 4) забезпечення моніторингу щодо даних, які внесені до електронної системи охорони здоров'я України (ЕСОЗ): здійснення кількісного обліку, проведення якісної оцінки, аналіз спектру надання медичних послуг; 5) удосконалення та оптимізація технічних процесів щодо ведення електронної медичної документації в закладі, використання нових підходів та методик, впровадження їх в практику; 6) отримання звітних форм, узагальнення даних та формування необхідної документації, що передбачена вимогами чинного законодавства; 7) розроблення та корекція щорічних (перспективних), комплексних планів основних організаційних заходів щодо надання медичної допомоги; 8) оформлення організаційно-методичних матеріалів з питань проведення лікувально-діагностичної, реабілітаційно-профілактичної, експертної, соціально-правової роботи; 9) співпраця з органами влади та місцевого самоврядування, зацікавленими службами, відомствами, громадськими організаціями, засобами масової інформації щодо основних напрямків діяльності закладу; 10) комунікація щодо актуальних питань діяльності закладу, оформлення інформації із використанням інтернет-ресурсів (сайт, соціальні мережі)» [20].

Керівництво діяльністю організаційно-методичного відділу покладено на «заступника генерального директора з організаційно-методичної роботи, координація – на завідувача відділу, які призначаються на посаду та звільняються наказом генерального директора відповідно до чинного законодавства України» [20].

У 2023 році організаційно-методичний відділ КНП ЛОР «ЗСДМЦ» зосередив свою роботу на таких основних напрямках: 1) «здійснення статистичної оцінки основних показників діяльності закладу та додаткових індикаторів якості щодо надання медичної допомоги пацієнтам (щомісячно,

щоквартально, за рік, динаміка в порівнянні); 2) оптимізація діяльності архіву; 3) забезпечення оформлення документального супроводу діяльності закладу; 4) запровадження обов'язкового навчання працівників закладу та підвищення їх цифрової грамотності; 5) налагодження комунікації в межах закладу, проведення моніторингу та оцінки якості медичної допомоги; 6) налагодження зовнішньої комунікації; 7) взаємодія із МІС «Helsi»; 8) координація діяльності в рамках співпраці з Національною службою здоров'я України».

Отже, проведений аналіз засвідчив, що організаційно-методичне забезпечення системи управління медичною інформацією в КНП ЛОР «ЗСДМЦ» здійснює організаційно-методичний відділ. Він виконує широкий спектр функцій, які покликані створити умови для якісного та безперешкодного доступу пацієнтів до медичних послуг, що надаються досліджуваним закладом охорони здоров'я.

2.2. Аналіз ефективності функціонування медичної інформаційної системи в досліджуваному закладі охорони здоров'я

У КНП ЛОР «ЗСДМЦ» в процесі здійснення функціональної діяльності використовується МІС «Helsi», яка є складовим елементом однойменної платформи. Платформа «Helsi» заснована у 2016 році і сьогодні є найпопулярнішою в Україні (табл. 2.1). В ній зареєстровано 900 державних та 200 приватних закладів охорони здоров'я, 50 тис. лікарів та 12 млн. пацієнтів.

Таблиця 2.1

Показники відвідуваності медичних сервісів веб-порталів

	«Helsi»	«Doc.ua»	«Лікарні»	«Health24»
Відвідуваність на місць, млн.	1,57	0,95	0,46	0,29
Тривалість одного відвідування, хв.	6,5	2,29	2,59	11,24
Сторінок за візит	8,19	2,03	2,37	7,96
Частка відвідувачів з України, %	99	83	94	98
Джерело трафіку, %				
– прямий	58	15	11	24
– пошуковий	32	81	86	72

Примітка. Наведено за [42]

«Helsi» відрізняється від інших платформ тим, що складається з двох компонентів: «пацієнтського порталу і медичної інформаційної системи для закладу охорони здоров'я. Через медичну інформаційну систему медичні установи проводять прийом пацієнтів, фіксують маніпуляції з пацієнтом і передають дані до державної системи «eHealth». Платформа «Helsi» зберігає всі медичні дані пацієнта, які сформовані в результаті отримання медичних послуг. Це допомагає пацієнту в майбутньому отримати якісне лікування, оскільки від обсягу та детальності даних анамнезу залежить точність постановки діагнозу та якість лікування». Більш детально можливості платформи «Helsi» представлені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Можливості платформи «Helsi» для пацієнтів, лікарів та закладів охорони здоров'я

«Helsi» для пацієнтів	«Helsi» для лікарів	«Helsi» для медичних закладів
– можливість легко знайти та обрати свого лікаря; – швидкий запис на прийом on-line себе та членів своєї родини; – доступ до своєї електронної медичної картки (ЕМК); – миттєві результати аналізів та діагностики в кабінеті пацієнта; – доступ до призначень лікаря та плану лікування.	– зручне ведення історії хвороби пацієнтів та ЕМК; – оперативне отримання результатів діагностики та аналізів; – легке використання клінічних протоколів; – зрозумілий кабінет для ведення прийому пацієнтів.	– комплексна автоматизація роботи медичного закладу; – можливість налаштування під потреби медичного закладу; – функціонал для участі в реформі (закріплення пацієнтів за лікарями, реєстрація декларацій з пацієнтами); – моніторинг та управлінська статистика для керівників; – формування поточної звітності та статистики.

Примітка. Наведено за [21]

Завдяки МІС «Helsi» в КНП ЛОР «ЗСДМЦ»: «автоматизовано реєстратуру та роботу лікаря; налагоджено управління розкладом лікаря; організовано ведення електронних медичних карток (ЕМК); налагоджено облік медичних препаратів та ведення проплат; автоматизовано формування звітів та статистики; забезпечено фіксацію дій користувачів; створено доступ пацієнтів

до свої електронної медичної карти (ЕМК); забезпечено надійне шифрування та безпеку даних; організовано підтримку для лікарів та пацієнтів від контакт-центру. Все це зреалізовано завдяки: підтримці формату DICOM та стандарту HL7; конструктору бланків і форм; інтуїтивно зрозумілому веб-інтерфейсу, гнучкому налаштуванню прав доступу тощо».

«Helsi» надійно захищає дані пацієнтів. Всі дані зберігаються у дата-центрі, який отримав сертифікат комплексної системи захисту інформації (КСЗІ) від Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України.

У КНП ЛОР «ЗСДМЦ» використовуються такі модулі МІС «Helsi»: 1) «розклад роботи лікаря та прийому пацієнтів; 2) реєстратура – модуль для роботи з пацієнтами; 3) електронна медична карта пацієнта (ЕМК) – профайл пацієнта із загальною інформацією про нього та медичними даними про стан здоров'я; 4) кабінет лікаря з розкладом роботи й картами пацієнтів, яких він обслуговує; 5) управлінський облік лікарських засобів та товарів медичного призначення; 6) управління послугами закладу; 7) звіти та статистика; 8) кол-центр – модуль з інформацією щодо самостійних записів пацієнтів через web-кабінет; щодо позапланової відсутності лікарів та переліку прийомів, які у зв'язку із цим необхідно обробити (перенести або скасувати); 9) SMS-розсилка – модуль, призначений для автоматичної або ручної відправки SMS-повідомлень пацієнтам; 10) модуль стаціонару; 11) доступ до функціоналу ЦБД (eHealth) – функціонал доступу до даних, що опубліковані на сайті ДП «Електронне здоров'я»; 12) модуль безпеки персональних даних користувачів системи; ресурсів; інформації, яка обробляється; прав власників оброблюваної інформації та користувачів».

Для оцінювання ефективності МІС «Helsi» проведено анкетування, в якому прийняло участь 302 працівника КНП ЛОР «ЗСДМЦ». В опитуванні прийняли участь різні категорії медичних працівників: завідувачі відділеннями, лікарі, старші медичні сестри, медичні сестри та лаборанти.

Вік опитуваних – від 23 до 61 року. Респонденти мають різноманітну

освіту – від базової до вищої. Серед опитуваних є кілька кандидатів та докторів медичних наук. Статевий склад респондентів такий: 64% – жінки та 36% – чоловіки. У більшості опитаних відсутній досвід роботи з іншими медичними системами, в основному їх навик роботи з комп'ютером зводяться до роботи в інтернет-браузерах та офісних додатках у домашніх умовах. Вибірка випадкова, попереднього відбору досліджуваних не проводилося.

Тип опитування – відкрите, пряме анкетування. Анкета містила одне питання: «Що змінилося після впровадження МІС «Helsi» у вашій роботі, будь ласка, оцініть у кількісних (хвилини, години, кількість та ін.) параметрах як було і як стало». Зразок заповненої анкети представлений на рис. 2.1.

**Анкета-дослідження проміжних результатів
упровадження МІС «Helsi» у КНП ЛОР «ЗСДМЦ»
(просимо писати розбірливо)**

ПІБ: _____
Посада: _____
Відділення: _____

Колеги! Дуже просимо вашої допомоги в проведенні дослідження про позитивні та негативні чинники впровадження МІС «Helsi».

Нам потрібна експертна оцінка, яку можна «оцифрувати». Просимо оцінити в годинах, днях, людях тощо поліпшення/погіршення, які відбулися після впровадження МІС «Helsi» у співвідношенні з тим, що було.

Що змінилося	Було до МІС «Helsi» (хвилин, годин, штук, людей ...)	Стало з МІС «Helsi» (хвилин, годин, штук, людей ...)	Вплив (негативний / позитивний)

Рис. 2.1. Анкета-дослідження проміжних результатів запровадження МІС «Helsi» в практичну діяльність КНП ЛОР «ЗСДМЦ»

Примітка. Розроблено автором

Після проведення анкетування було здійснено такі дії: угруповання відповідей із заповнених анкет, обчислення середніх значень за кожною виявленою подібною групою відповідей. При аналізі отриманих даних було

виявлено як позитивні, і негативні зміни у роботі медичних працівників. Нижче представлені найбільш популярні відповіді, що мають максимальну вагу за кількістю отриманих відповідей (табл. 2.3-2.5).

Таблиця 2.3

**Негативні зміни в результаті впровадження МІС «Healsi»
в практичну діяльність КНП ЛОР «ЗСДМЦ»**

Групування	Втрата часу,%	Кількість осіб, які вказали факт втрати часу
Оформлення огляду	17,5	46
Оформлення протоколу дослідження / операції	15,1	41
Прийом і оформлення пацієнта у відділення	18,6	35
Призначення дослідження	85,9	21
Час на спілкування з пацієнтом	59,4	16
Оформлення температурного листа	33,4	12

Примітка. Сформовано автором на основі проведеного дослідження

Таблиця 2.4

**Позитивні зміни в результаті впровадження МІС «Healsi»
в практичну діяльність КНП ЛОР «ЗСДМЦ»**

Групування	Економія часу,%	Кількість осіб, які вказали факт економії часу
Оформлення щоденника	38,2	73
Доступ і перегляд досліджень	85,2	70
Призначення медикаментозного лікування	10,7	51
Оформлення виписки	13,5	43
Доступ і перегляд електронної медичної карти	70,5	33
Реєстрація результатів аналізів	41,5	9
Доступ до електронної медичної карти виписаного хворого	74,1	9

Примітка. Сформовано автором на основі проведеного дослідження

Таблиця 2.5

**Позитивні зміни в результаті впровадження МІС «Healsi»
в практичну діяльність КНП ЛОР «ЗСДМЦ» без оцифрування
показників**

Групування	Кількість осіб, які відзначили даний показник
Зрозумілість почерку в медичній карті пацієнта	12
Можливість виправити помилки	2

Примітка. Сформовано автором на основі проведеного дослідження

Як видно з поданих вище табл. 2.1-2.3, після впровадження МІС «Healsi» працівники КНП ЛОР «ЗСДМЦ» відзначили позитивні та негативні зміни у своїй роботі та роботі медичного закладу. Зауважимо, що ці думки часто діаметрально протилежні у різних груп фахівців (рис. 2.1). Крім того, той самий респондент міг висловити думку про позитивні зміни за одним аспектом і негативні зміни – за іншим.

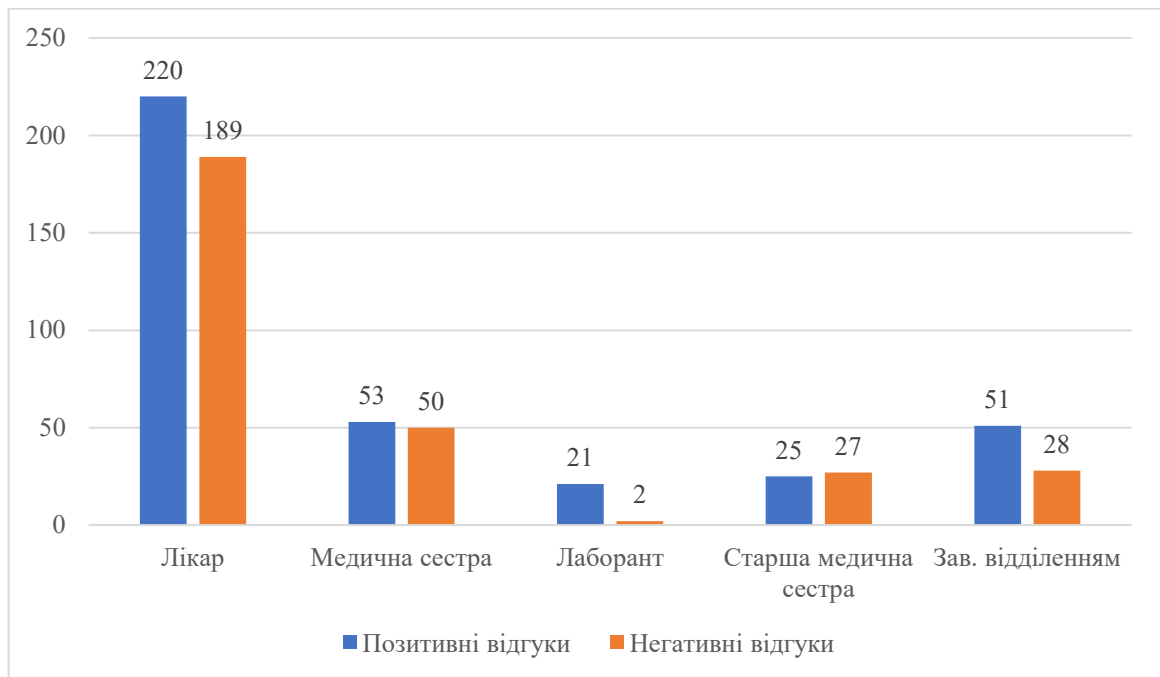


Рис. 2.2. Співвідношення позитивних і негативних відгуків різних категорій працівників КНП ЛОР «ЗСДМЦ»

Примітка. Сформовано автором на основі проведеного дослідження

З діаграми, представленої рис. 2.2, видно, що кількість позитивних змін більша, ніж негативних. За всіма категоріями працівників переважають позитивні ефекти, однак у категорії «Старші медичні сестри» спостерігається незначне перевищення негативних відгуків над позитивними. Ймовірно, це пов'язано з тим, що при впровадженні МІС на старших медичних сестер покладається велика робота, якої раніше не було в таких масштабах: ведення персоніфікованого обліку, контролю за діями в медичній системі, ведення документів постовими сестрами.

В результаті проведеного оцінювання ефективності запровадження МІС

«Helsi» в практичну діяльність КНП ЛОР «ЗСДМЦ» виявлено значні покращення за такими напрямками: 1) оформлення щоденних записів, час підготовки яких за допомогою МІС скоротився на 38%; 2) час перегляду інструментальних досліджень скоротився на 85%; 3) час на перегляд історії хвороби прискорився більш ніж на 70%. Деякі позитивні зрушення зумовлені також тим, що отримання результуючі вихідні дані з інформаційної системи значно простіше за їх рукописне створення. Кількість осіб, які вказали ці позитивні зміни, вказує на їхнє важливе значення.

У свою чергу, негативні зміни визначені у двох напрямках: ведення первинної документації в електронному вигляді (призначення, огляди, протоколи досліджень / операцій...) та швидкість роботи на комп'ютері (час на спілкування з пацієнтом). Залишається питання: а чи повинен первинну інформацію (історію хвороби) в МІС заносити лікар чи це має за нього робити прикріплений до нього «секретар»? , як, наприклад, це відбувається зараз у клініках Німеччини.

Під час усного спілкування з лікарями в КНП ЛОР «ЗСДМЦ» виявлені складнощі, пов'язані з якістю заповнення медичних документів. Бувають випадки формального створення температурних листів із заздалегідь заповненими даними в часто поширюваних випадках, або щоденні записи в якомусь обсязі ведуться формально, без достатнього опису медичних подій та станів.

Крім цього, необхідне доопрацювання МІС «Healsi» у напрямку проблемно-орієнтованої адаптації та максимально сприятливого інтерфейсу (з метою зниження навантаження на лікарів та медичних сестер при роботі з МІС).

РОЗДІЛ 3

ШЛЯХИ ВПРОВАДЖЕННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ МЕДИЧНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ ЗАКЛАДУ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

Для удосконалення системи управління медичною інформацією в КНП ЛОР «ЗСДМЦ» необхідно використати потенціал технології блокчейн, яка виконує функцію захисту процесу обміну даними та дає забезпечує стійкість до впливу зі сторони зловмисників.

Блокчейн – це «ланцюжок блоків, які додаються у лінійному хронологічному порядку» [14]. Кожен такий блок зберігає в собі інформацію про транзакцію, тимчасову відмітку та посилання на попередній блок. По суті, це база даних, яка одночасно зберігається на багатьох комп'ютерах незалежних користувачів. Завдяки наскрізному зв'язку блоків та децентралізації змінити інформацію, записану раніше, стає неможливо. Таким чином, ця технологія зберігання та обміну даними є розподіленим та незмінним цифровим журналом записів, який важко змінити.

На даний момент блокчейн використовують у сфері охорони здоров'я у наступних напрямках: «управління електронними медичними картами; управління ланцюжками поставок ліків та боротьба з контрафактом; контроль за розподілом донорських органів; проведення клінічних та біомедичних досліджень; віддалений моніторинг пацієнтів; поліпшення процедур страхування та виставлення рахунків; аналіз медичних даних» [14].

Основні види технології блокчейн:

1) смарт-контракт («розумний» контракт) – це договір, що існує у формі програмного коду, імплементованого у блокчейн-платформу, який забезпечує автономність та самоздійсненність умов такого договору при настанні заздалегідь визначених у ньому обставин;

2) криптографія: дані вводяться у хеш-функцію, функція виконується і виходить рядок з 64 літер та цифр – хеш [15].

Блокчейн технологія гарантує, що лише авторизовані сторони можуть отримати доступ до персональних даних, що зберігаються у вигляді унікальної хеш-функції. При цьому будь-яка зміна вихідних даних створить іншу хеш-функцію. Якщо дані пацієнта зареєстровані як хеш-функція в каталозі блокчейна, обробити їх практично неможливо, оскільки потрібні всі збережені копії. Користувач повинен мати певний набір криптографічних ключів для декодування хеш-функції вихідні дані.

Ця технологія передбачає використання абсолютно нових підходів до моделей зберігання та управління медичними даними. Це пов'язано зі здатністю блокчейна сегментувати та захищати інформацію, а також організовувати швидкий обмін даними та послугами [14]. Проведений аналіз дозволив виявити переваги та недоліки використання технології блокчейн у сфері охорони здоров'я (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Переваги та недоліки використання блокчейн-технології в діяльності закладів охорони здоров'я

Напрямок використання	Переваги	Недоліки
1	2	3
Електронні медичні карти	– керовані клієнтом медичні записи та доступ до них; – неможливість змінити записи як клієнтом, так і будь-якою іншою особою; – доступність інформація про походження даних; – надійність та доступність даних; – конфіденційність;	– прийняття; – масштабованість; – вразливість безпеки; – розробка нових додатків і сумісність з уже існуючими утилітами; – невизначений правовий статус;
Клінічні дослідження (аналізи)	– покращення обміну даними; – тимчасові відмітки; – доступність інформація про походження даних; – високий рівень доступності даних; – оновлення даних відбувається у реальному часі; – гарантія конфіденційності;	
Відділений моніторинг клієнта (IoT пристрої)	– постійний моніторинг здоров'я клієнта; – зберігання та спільне використання віддалено зібраних біомедичних даних;	

Продовження табл. 3.1

1	2	3
	– структурування інформації про чинники, які прямо чи опосередковано впливають на здоров'я клієнта та ін.;	
Біомедичні дослідження	– обмін даними; – збільшення швидкості досліджень; – спрощення процесу збирання даних; – структурування інформації; – надійність та доступність даних; – оновлення даних відбувається у реальному часі.	– збереження приватності інформації; – продуктивність; – управління; – об'єм зберігання; – розмежування доступу до інформації та фіксація його рівня; – уніфікація правил для всіх учасників; – досягнення прозорості процесу прийняття рішень.

Примітка. Сформовано автором на основі [14]

Таким чином, аналізуючи переваги та недоліки використання блокчейн технології, ми можемо говорити про раціональність та необхідність використання її як ключового інструменту зберігання та передачі даних між лікарями та пацієнтами в закладі охорони здоров'я.

На сьогоднішній день існують два основні види блокчейну – приватний та публічний. При цьому виділяють також два підвиди, які поєднують їх характеристики – гібридний та консорціум-блокчейн. Результати аналізу їх переваг та недоліків представлені у табл. 3.2.

Таким чином, в результаті проведеного порівняльного аналізу для зберігання та управління електронними медичними записами пацієнта, а також для обміну такими записами між відповідними фахівцями слід використовувати гібридний блокчейн.

В цілому, гібридний блокчейн надає переваги обох типів блокчейнів (публічного та приватного), обмежуючи при цьому їх недоліки: децентралізований доступ, безпеку даних, прозорість, зниження витрат на транзакції, швидкість транзакцій і т. д. Цей вид передбачає, що автор може

обмежувати доступ до певних даних у блокчейні, але підтримувати децентралізований характер через відкритий доступ до інших, наприклад, за допомогою смарт-контрактів.

Таблиця 3.2

Порівняльна характеристика видів та підвидів блокчейна

Характеристика	Види блокчейна			
	Приватний	Публічний	Гібридний	Консорціум
Безпека	+	+/-	+	+
Децентралізація	-	+	+/-	+/-
Загальнодоступність	-	+	+/-	+
Цензура	+	-	+/-	+
Конфіденційність	+	-	+/-	-
Висока швидкість трансакцій	-	+	+/-	+
Низька енергоефективність	+	-	+/-	-
Висока продуктивність	+	-	+/-	+
Висока масштабованість	+	-	+	+
Адаптованість	+	-	+/-	+

Примітка. Сформовано автором на основі [15]

Смарт-контракт – це «підписаний криптографічно договір, який контролює передачу даних між сторонами за допомогою набору правил, узгоджених ними» [15]. На відміну від звичайних контрактів вони перетворюються на код, запускаються в блокчейн-мережі та виконуються автоматично під час виконання закладених у них умов, тобто якщо сторони виконали свої зобов'язання.

Слід зазначити, що використання розумних контрактів для автоматизованого робочого місця (АРМ) лікаря сприятиме:

- 1) веденню електронної картотеки – смарт-контракти надають доступ до електронної картки пацієнта за наявності згоди обох сторін;
- 2) відстеження стану здоров'я – аналізуючи дані, що надходять із різних пристроїв (IoT), смарт-контракт може автоматично винагороджувати пацієнта за досягнення певної мети [3].

Оскільки розумний контракт виконується поверх блокчейну, він працює в точності, як запрограмовано: тут неможлива цензура, простій, шахрайство або втручання третьої сторони [16].

Гібридний смарт-контракт – це «додаток, що складається з двох частин: смарт-контракт (код, який працює виключно на блокчейні) та децентралізована мережа оракулів (безпечні сервіси поза блокчейном, що підтримують смарт-контракт)» [34]. Ці два компоненти безперешкодно та безпечно взаємодіють один з одним, утворюючи єдиний гібридний додаток смарт-контракту. В результаті код на блокчейні доповнюється безліччю унікальних і важливих способів, відкриваючи множину нових варіантів використання, які були б неможливі тільки за допомогою коду на блокчейн через технічні, юридичні або фінансові обмеження [17]. Модель функціонування смарт-контрактів представлена на рис. 3.1.

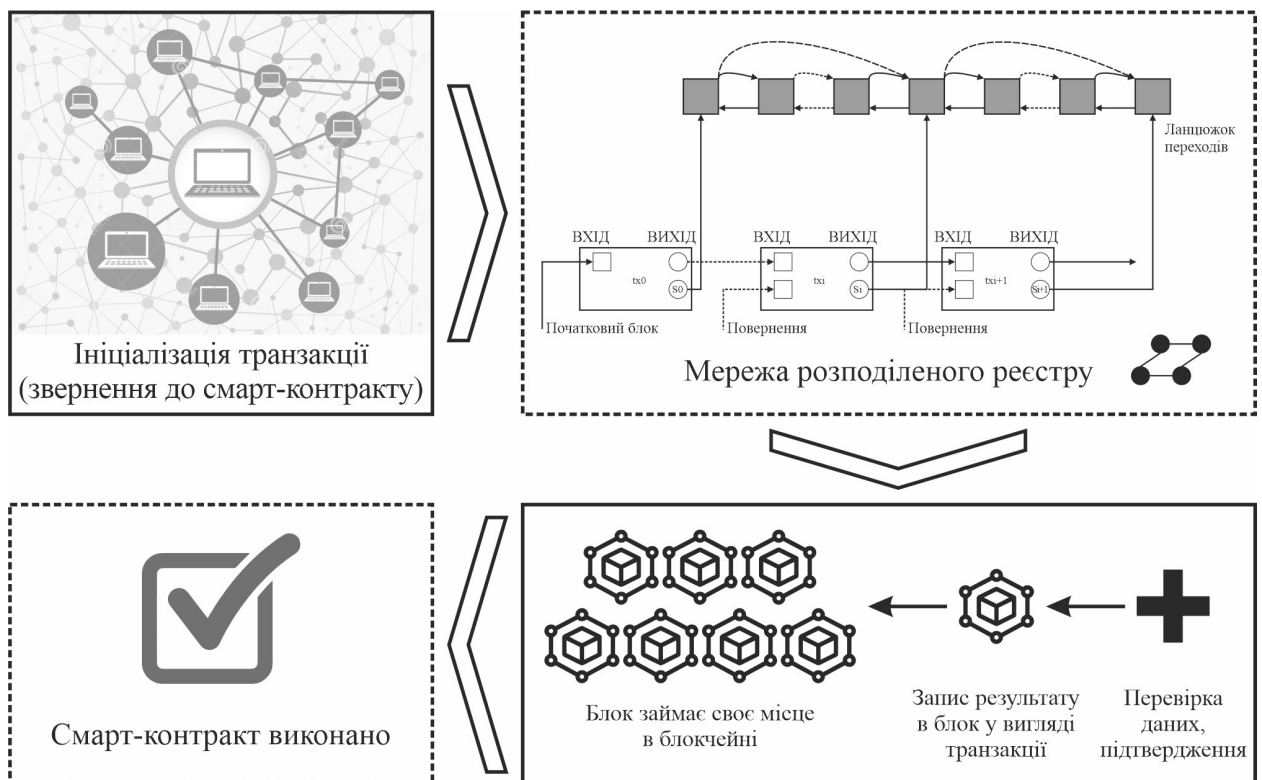


Рис. 3.1. Модель функціонування смарт-контрактів

Примітка. Запропоновано автором

Таким чином, зберігання інформації у смарт-контрактах забезпечить новий рівень захищеності медичних даних. Також, смарт-контракти

дозволяють користувачам не лише зберігати, а й оновлювати записи даних за потреби.

Перед розробкою моделі функціонування блокчейну як бази даних для зберігання інформації про пацієнта слід визначити основних учасників та їх функції.

Для забезпечення належної роботи блокчейна існують різні категорії учасників мережі, кожна з яких відіграє важливу роль:

1) виробники блоків (ВБ) – єдиний портал послуг, науково-дослідні організації та заклади охорони здоров'я. Це організації, відповідальні за впорядкування та пакування транзакцій у дискретні структури даних, що називаються блоками, які потім пропонуються мережі для перевірки;

2) повні ноди – персональний комп'ютер людини. Повні вузли завантажують та самостійно перевіряють кожен блок, запропонований виробниками блоків. Якщо блок визнаний дійсним (тобто правил протоколу було дотримано), то блок додається в особисту копію реєстру повного вузла та застосовуються зміни стану;

3) архівні ноди – персональний комп'ютер пацієнта. По суті, вони зберігають ту саму інформацію, що і повні вузли, але також обчислюють і зберігають попередні стани блокчейна. Архівні вузли корисні для запиту довільних історичних даних;

4) легкі пацієнти – персональний комп'ютер лікаря. Обмежена форма повної ноди, де завантажуються лише заголовки (тобто невеликі унікальні криптографічні відбитки) блоків. Легкі пацієнти можуть перевірити, чи була транзакція включена до блоку, але оскільки вони не завантажують і не виконують усі транзакції в блоках, вони довіряють тому, що більшість виробників блоків чесні;

5) провайдери RPC (англ. *Remote Procedure Call*) – пацієнт. Повноцінні ноди, які полегшують доступ до блокчейна для читання/запису, до якого підключаються інші учасники мережі. Вузли RPC часто використовуються

тими, хто не має або не може запустити свій власний повний вузол або легкий пацієнт, що значно знижує проблеми з доступом до блокчейну;

б) кінцеві користувачі – лікарі та пацієнт, звичайні користувачі, які хочуть транзакції в мережі блокчейн. До цієї категорії можуть входити учасники, які запускають повний вузол або легкого пацієнта, а також ті, хто підключені до провайдера RPC [18].

У представлений моделі використовується управління доступом на основі ролей. Таким чином, доступ до електронних карт фіксується у запропонованій моделі (творець може обмежувати доступ до певних даних). Для забезпечення конфіденційності та захисту цифрових активів у запропонованій моделі також використовуються приватні та публічні ключі.

Користувачі блокчейна взаємодіють один з одним, використовуючи асиметричне шифрування, яке полягає у використанні двох ключів. Публічний ключ потрібний, щоб користувача можна було знайти в мережі та надіслати йому зашифроване повідомлення. Приватний ключ потрібен, щоб розшифрувати отримане повідомлення. Крім того, за допомогою приватних та публічних ключів підтверджується особистість користувачів блокчейну. Також криптографічні алгоритми дозволяють створювати та перевіряти цифрові підписи.

Пропонована модель використовує зберігання інформації поза мережею організації. Це пов'язано з невеликою ємністю блокчейна, що обмежує можливості зберігання даних пацієнта та відповідних медичних фахівців. Зазначена проблема була вирішена за рахунок використання віртуалізації та контейнеризації, використання яких дозволило масштабувати програмні платформи (ПП) залежно від потреби обчислювальних потужностей [13].

Представлена вище модель використовує блокчейн як базу даних для зберігання повної інформації про пацієнта в блоці. Технологія блокчейн використовується для передачі інформації на основі стандартних криптографічних алгоритмів. У цьому процесі конфіденційна інформація укладена в блок та підписана учасником розподіленої мережі для запобігання

модифікації інформації про пацієнта. Модель пропонує детальний метод керування доступом із збереженням конфіденційності, який надає користувачам різні привілеї, оцінюючи їх типи. Перевірка даних відбувається на етапі додавання нових даних: проводиться їх порівняння на основі хеш-значень у ланцюжку.

У свою чергу, для підтвердження транзакції у блокчейні та відкриття нового блоку, вузли мережі мають досягти певного консенсусу – згоди на певну «точку зору», з якою система розглядає журнал транзакцій у децентралізованій мережі. Кожен протокол консенсусу має переваги і недоліки (табл. 3.3) [19].

Таблиця 3.3

Порівняльний аналіз протоколів консенсусу

Консенсус	Вид блокчейну	Продуктивність	Розроблені рішення
PoW	Відкритий	Низька	Bitcoin-NG, Byzcoin, Bitcoin та ін.
PoS	Відкритий	Висока	Tendermint, Ethereum та ін.
DPoS	Відкритий	Висока	EOS, BitShares та ін.
BFT	Закритий	Висока	Hyperledger Fabric 1.0 та ін.
PBFT	Закритий з дозволами	Висока	Hyperledger, Chain та ін.
PBFT-орієнтовані	Закритий	Висока	Parallel BFT, Optimistic BFT та ін.
DBFT	Закритий	Дуже висока	NEO, TON та ін.
FBA	Закритий	Висока	Stellar та ін.
XRP	Закритий	Висока	Ripple та ін.
Інші	Відкритий	-	Інші протоколи, засновані на PoW, мають форму Proof of X, наприклад: Proof of Space Proof of Activity, Proof of Authority та ін.

Примітка. Сформовано автором на основі [15;17; 28]

Для визначення того, який ВБ відповідає за генерацію наступного блоку в ланцюжку блоків, може використовуватися будь-який з перерахованих вище алгоритмів консенсусу, причому найбільш популярними моделями є Proof of Work (PoW, майнери) і Proof of Stake (PoS, валідатори).

І PoW та PoS розроблені з метою допомоги нодам перевіряти всі транзакції мережі. Як тільки всі ноди підтверджують валідність блоку

транзакцій, він додається до блокчейну. Кожен алгоритм пропонує при цьому свою послідовність дій. При цьому PoW перевершує PoS з точки зору безпеки та збереження автентичності даних. Це з тим, що у PoW дані пов'язані з обґрунтованим вибором ролей у мережі. При перевірці кожної окремої транзакції це забезпечує захист від обману системи. Так реалізується модель нульової довіри, де 100% транзакцій верифіковано та записано учасниками мережі до публічного реєстру.

Крім того, високий рівень захисту PoW обумовлений тим, що мережа з часом стає все складнішою, і шанс її злому знижується. Вона моніториться учасниками, які матеріально зацікавлені у її роботі, оскільки вкладають у неї свої обчислювальні ресурси. Це робить потенційний злам надзвичайно дорогим. У свою чергу, PoS більш вразливий для злому та атак.

Також слід зазначити, що модель PoW потребує значних витрат на майнінг, що дає змогу завдяки її використанню забезпечити більш децентралізовану структуру. У свою чергу інфраструктура на основі PoS більш централізована. Учасники мережі, які мають більше токенів (або коштів на їх купівлю), отримують все більший контроль над мережею з кожним отриманим новим токеном [20].

PoW має дві характерні особливості: для виконання консенсусу доводиться вирішувати тривале і складне математичне завдання; перевірка результату, на відміну від рішення, робиться дуже швидко. Останнє вкрай важливо, оскільки вузли повинні мати можливість швидко перевірити валідність доданого блоку, а якщо це буде займати багато часу, швидкість роботи мережі впаде до неприйнятно низьких значень, накопичуватимуться непідтверджені транзакції, блокчейн, фактично, стане непрацездатним [41].

Таким чином PoW набагато краще підходить для обміну медичними даними, ніж PoS. При цьому реалізована таким чином передача даних необоротна. Це означає, що після відправлення та підтвердження повідомлення скасувати його не можна, а інформація про виконані операції назавжди записується в блокчейн. Доступ до них можна отримати лише з

використанням закритого ключа пацієнта. Спроба зміни інформації в одному з блоків спричинить відповідні зміни до всіх наступних блоків ланцюжка. При цьому протокол у технології блокчейн вимагає підтвердження операцій незалежними регуляторами. І якщо хоч один з них відкине зміни у структурі блоків, процес буде заблокований і внесені зміни відкинуті [22].

У свою чергу, вузли в блокчейн-мережі анонімні та працюють в умовах відсутності довіри. У цій ситуації постає проблема верифікації даних. Для перевірки кожного блоку знадобиться багато часу і обчислювальних ресурсів.

Основою криптографічного захисту, як згадувалося, є хешування, без якого не може функціонувати жодна екосистема блокчейн. У блокчейні всі повідомлення зашифровуються відправниками. Відповідний хеш-код передається ланцюжком від відправника до одержувача, проходячи перевірку на вузлах блокчейн мережі.

Пропоновані рішення на основі блокчейну, для ПП, що розробляється, передбачають використання безпечних методів шифрування, які захищають цілісність інформації осіб, що беруть участь в інформаційному обміні. Для здійснення консенсусу PoW вузол, що додає блок, повинен зробити обчислення за певним алгоритмом та реалізовувати перевірку цілісності як цифрових, так і літерних повідомлень.

Структура, яка використовується для ефективної перевірки цілісності даних – це дерево Меркля. Вона особливо цікава у контексті однорангових мереж, де учасникам необхідно обмінюватися інформацією та незалежно перевіряти її.

Дерево Меркля ефективно використовується при хешуванні даних у різних додатках у зв'язку з наявністю в нього ряду позитивних властивостей, включаючи: 1) значне зменшення обсягу даних, необхідних для досягнення впевненості у цілісності даних; 2) значну зменшення розміру пакету мережевого введення-виведення, необхідного для забезпечення узгодженості, перевірки та синхронізації даних; 3) відокремлення контрольної кількості даних від самих даних – дані є «законними», а роз'єднання самих даних

означає, що ви можете забезпечити належний поділ (включаючи надмірність) для Merkle Tree та сховища даних.

Таким чином, дерево Меркля дає можливість використовувати невеликий боєм пам'яті для досягнення простих та ефективних обчислень. При цьому воно надає засоби для підтвердження не тільки достовірності, а й цілісності даних.

Дерево Меркля також відіграє важливу роль у синхронізації даних у розподіленому сховищі даних, оскільки воно дозволяє кожному вузлу розподіленої системи швидко та ефективно ідентифікувати змінені записи без необхідності надсилати всі дані для порівняння [34].

З блокчейном та смарт-контрактами тісно пов'язане поняття токена. На сьогоднішній день термін «токенізація» не має більш-менш певного правового значення. По суті, у розрізі нашого наукового дослідження йдеться про те, що володар права на медичні дані випускає токен у певному блокчейні і оголошує, що разом із цим токеном передає усі або деякі зі своїх прав на певні дані. Конкретний обсяг переданих з токеном прав може суттєво змінюватись. Так, з токеном може передаватися виключне право на медичні дані, а може – лише обмежене право на їх використання. Використання токенізації сприяє більш ефективній взаємодії між надавачами медичних послуг та пацієнтом.

Слід зазначити, що завдяки токенізації, смарт-контрактам та методам шифрування, які використовуються у мережевих транзакціях на основі технології блокчейну, процес попередньої авторизації буде значно скорочений, що дозволить пацієнтам та відповідним фахівцям отримувати необхідну інформаційну підтримку у мінімальні терміни [5] .

Для вирішення проблеми формування бази даних на основі блокчейн-технології пропонується використовувати алгоритм формування ланцюжків переходів, за допомогою якого формуватиметься сховище медичних даних. Він передбачає покрокову послідовність дій для організації доступу користувачів зі збереженням конфіденційності, який надає користувачам різні привілеї, виходячи з їхньої ролі. Перевірка даних відбувається на етапах додавання

нових даних та зверненні до них, при цьому проводиться їх порівняння на основі хеш-значень, записаних у ланцюжку [13].

Раніше нами було представлено модель функціонування смарт-контрактів як бази даних для зберігання медичної інформації про пацієнта [11]. У свою чергу, традиційна модель організації розподіленого реєстру була покращена за рахунок використання удосконаленого алгоритму формування ланцюжків переходів блоків розподіленого реєстру, який дозволив забезпечити більш безпечну та надійну систему зберігання конфіденційних медичних даних пацієнтів (рис. 3.3). При цьому модель використовується лише як формальний опис об'єкта дослідження. Алгоритм є базисом самої організації розподіленого реєстру (РР).

Згідно з рис. 3.3, алгоритм формування ланцюжків переходів блоків вузлами РР складається з наступних основних етапів: авторизація, збирання даних; виконання алгоритму консенсусу; одержання реакції середовища; вибір варіанта стратегії поведінки.

Висока швидкість мережі розподіленого реєстру в транзакціях забезпечується за рахунок використання заздалегідь відомих її учасників. Тільки авторизовані користувачі можуть отримати доступ до конфіденційної частини, а відкрита інформація може використовуватись спільно з науковими установами для медичних розробок та досліджень.

На етапі введення даних проводиться визначення наступних параметрів і правил роботи РР: перевірка виконання умов смарт-контракту; публікація та додавання запису блоку в РР; перевірка головного блоку РР; коригування матриці станів $\|a_{ij}(x_m(t))\|$; обчислення значень хеш-функції блоків; визначення правил досягнення консенсусу.

На другому етапі виконується перевірка консенсусу вузлів з метою формування чергового блоку. На цьому етапі можливі два результати $Y_m(t_n)$ на кожному інтервалі часу t_n : при успішному досягненні консенсусу відбувається генерація нового блоку і формується ланцюжок блоків $Y_m(t_n)[+1]$ або

альтернативний ланцюжок блоків $Y_m(t_n)[-1]$. Що стосується $Y_m(t_n)[-1]$ автомат продовжує виконувати алгоритм до моменту генерації нового блоку.

Під час виконання алгоритму формування ланцюжків переходів блоків РР можливі кілька варіантів поведінки:

- b1 – виконання алгоритму консенсусу;
- b2 – спроба формування відгалуження у ланцюжку переходів блоків РР;
- b3 – публікація блоку РР.

У разі досягнення консенсусу між блоками відбувається вибір ланцюжка з найбільшим числом блоків. Опублікований блок записується в РР, матрицю станів $\|a_{ij}(x_m(t))\|$, де $x_m(t_n)$ – реакція середовища, ланцюг блоків, при формуванні якої існує можливість переходу вузла з одного варіанта поведінки до іншого, і входить у ланцюжок переходів всіх вузлів.

У разі вибору варіанта поведінки публікації знайденого блоку РР b3 залежно від реакції $x(t_n)$ середовища: додавання блоку до РР або прийняття іншого альтернативного блоку в інтервалі часу t_n має наступні варіанти стратегії поведінки:

- у разі публікації блоку в РР, вносяться зміни до матриці станів про валідні блоки $\|a_{ij}(x_m(t_n))\|$, блок додається всім вузлам мережі, алгоритм переходить у b1 і продовжує виконуватися;
- у разі прийняття альтернативного блоку алгоритм, залежно від матриці $\|a_{ij}(x_m(t_n))\|$, здійснює перехід у b1 або b2.

При виборі поведінки b2 відбувається формування альтернативного ланцюжка блоків та вносяться зміни до матриці $\|a_{ij}(x_m(t_n))\|$. При неприйнятті безліччю n РР альтернативного ланцюжка блоків та відставанні від єдиного ланцюжка алгоритм вносить корекцію в матрицю $\|a_{ij}(x_m(t_n))\|$ та видаляє альтернативну ланцюжок блоків і переходить до варіанта поведінки b1. Алгоритм формування ланцюжків переходів блоків РР завершується після додавання нового блоку до всіх вузлів мережі РР, транзакція вважається закінченою.

Розроблений алгоритм формування ланцюжків переходів блоків РР формує нову структуру ланцюжків переходів, щоб уникнути проблеми розгалуження, запропонований механізм консенсусу на основі довіри для захисту від атак [19]. Як уже говорилося раніше, модель також використовує сховище поза мережею організації. У ланцюжку зберігаються лише хеші даних, щоб запобігти їхній модифікації, а смарт-контракти можуть автоматично керувати запитом, твердженням та використанням EMR. Однак вузлам не присвоюються жодні атрибути, і використовується керування розподіленим доступом.

Слід також зазначити, що одним з елементів розробленого РР є модуль, що відповідає за віддалений моніторинг біомедичних даних за допомогою IoT (датчиків, смарт-браслетів, мобільних пристроїв), а також їх аналіз (рис. 3.2). Його використання дозволяє здійснювати моніторинг стану здоров'я пацієнта на відстані. Отримані результати віддаленого моніторингу показників життєдіяльності пацієнта дозволять ділитися своїми даними з лікарем та коригувати індивідуальні програми лікування. У свою чергу, лікар, отримавши інформацію про пацієнта, може оперативно проаналізувати її, виявити відхилення та поділитися з тими особами, яким визначено права доступу до такої інформації. Крім того, забезпечується вирішення завдань збору інформації при реалізації персоніфікованого моніторингу, об'єднання результатів незалежних експериментальних досліджень та проведення медичних консилиумів із застосуванням інформаційно-телекомунікаційних технологій.

РР з використанням алгоритму формування ланцюжків переходів блоків розподіленого реєстру може одночасно збирати дані з кількох медичних пристроїв IoT у режимі реального часу та формувати медичні карти пацієнтів під час його життєдіяльності. Система розроблена як схема обміну медичними даними на основі хмарного сервера, заснованого на технологіях віртуалізації та контейнеризації з використанням алгоритму повторного проксішифрування. Цей підхід підвищує безпеку обміну конфіденційною інформацією.

Таким чином, одним з найбільш важливих питань у сфері охорони здоров'я пацієнтів є безпека їх особистих даних. У свою чергу, технологія блокчейна гарантує, що лише авторизовані сторони можуть отримати доступ до персональних даних, що зберігаються у вигляді унікальної хеш-функції. Користувачі матимуть можливість контролювати доступ до завантаженої інформації РР. У цьому розділі кваліфікаційної запропоновано полегшену модель на основі блокчейну для обміну та захисту медичних даних. Для забезпечення безпеки медичних даних у моделі функціонування смарт-контрактів застосовано алгоритм формування ланцюжків переходів блоків розподіленого реєстру, що дозволив: реалізувати механізм консенсусу між вузлами мережі; захистити розподілений реєстр від можливого втручання та розгалуження його структури.

ВИСНОВКИ

Проведене в кваліфікаційній роботі дослідження системи управління медичною інформацією в закладі охорони здоров'я, здійснене на матеріалах КНП ЛОР «ЗСДМЦ», дозволяє зробити наступні висновки та навести пропозиції.

Сфера охорони здоров'я є однією з найбільш динамічних і найскладніших галузей в частині управління даними. Безперервне зростання кількості, зміна структури даних вимагають від медичних організацій запровадження новітніх технологій для якісної роботи з даними та підвищення якості надання медичних послуг.

У міру розвитку управління медичними даними організації збирають велику кількість різноманітних даних, пов'язаних зі здоров'ям пацієнта та якістю надання послуг, і вибудовують їх інтеграцію для отримання нових ідей, забезпечуючи при цьому безпеку та конфіденційність даних про пацієнтів.

Для збирання, обробки, зберігання та використання даних в закладах охорони здоров'я використовуються медичні інформаційні системи (МІС). даних в закладах охорони.

В ході дослідження встановлено, що інформаційні медичні системи поділяють за ієрархічним принципом, який відповідає структурі охорони здоров'я як галузі, на: базовий рівень, рівень закладів охорони здоров'я, територіальний та державний рівні. Усередині кожного рівня вони класифікуються за функціональним принципом, тобто за цілями та завданням.

МІС базового рівня представлені системами інформаційної підтримки технологічних процесів (медико-технологічні інформаційні системи), які призначені для інформаційного забезпечення прийняття рішень у професійній діяльності лікарів різних спеціальностей. До них належать: інформаційно-довідкові системи; консультативно-діагностичні системи; приладо-комп'ютерні системи; автоматизовані робочі місця спеціалістів.

МІС закладів охорони здоров'я – це інформаційні системи, засновані на об'єднанні всіх інформаційних потоків в єдину систему та забезпечують

автоматизацію різних видів діяльності установи. До них належать: інформаційні системи консультативних центрів; банки інформації медичних служб; персоніфіковані реєстри; скринінгові системи; інформаційні системи закладів охорони здоров'я; інформаційні системи науково-дослідних інститутів та медичних вузів.

МІС територіального рівня – це програмні комплекси, що забезпечують управління спеціалізованими та профільними медичними службами, поліклінічною (включаючи диспансеризацію), стаціонарною та швидкою медичною допомогою населенню на рівні території (міста, області, регіону). До них належать: інформаційні системи територіальних органів управління охороною здоров'я; інформаційні системи для вирішення медико-технологічних завдань; комп'ютерні телекомунікаційні медичні мережі регіону.

МІС державного рівня призначені для інформаційної підтримки державного рівня системи охорони здоров'я. До них належать: інформаційні системи державних органів управління охороною здоров'я; статистичні інформаційні системи; медико-технологічні інформаційні системи; галузеві інформаційні системи; 5) комп'ютерні телекомунікаційні медичні мережі держави.

Комунальне некомерційне підприємство Львівської обласної ради «Західноукраїнський спеціалізований дитячий медичний центр» (КНП ЛОР «ЗСДМЦ») – «комунальна дитяча клініка, що функціонує з 1990 року. В структурі КНП ЛОР «ЗСДМЦ» функціонують: приймальне відділення; відділення гематології та інтенсивної хіміотерапії; педіатричне відділення; відділення анестезіології та інтенсивної терапії; клініка спеціалізованої хірургії; клініка муковісцидозу; клініка психічного здоров'я дітей, підлітків та молоді; клініка неврології; клініка дитячої імунології та ревматології; клініка комплексної медичної реабілітації; клініка дитячої онкології та трансплантації кісткового мозку; відділення надання медичних послуг; відділення діагностики; бактеріологічна лабораторія; клінічна лабораторія; мобільний

хоспіс для дітей» [21].

В ході проведеного дослідження встановлено, що в процесі функціонування КНП ЛОР «ЗСДМЦ» використовується великий обсяг інформації. Для цього в структурі досліджуваного закладу охорони здоров'я створено спеціальних організаційно-методичний відділ, який здійснює інформаційно-комунікативне та методичне забезпечення процесу надання медичних послуг.

В процесі надання медичних послуг КНП ЛОР «ЗСДМЦ» використовує МІС «Helsi», яка є складовим елементом однойменної платформи. «Helsi» відрізняється від інших платформ тим, що складається з двох компонентів: пацієнтського порталу і медичної інформаційної системи для закладу охорони здоров'я. Через медичну інформаційну систему медичні установи проводять прийом пацієнтів, фіксують маніпуляції з пацієнтом і передають дані до державної системи «eHealth». Платформа «Helsi» зберігає всі медичні дані пацієнта, які сформовані в результаті отримання медичних послуг. Це допомагає пацієнту в майбутньому отримати якісне лікування, оскільки від обсягу та детальності даних анамнезу залежить точність постановки діагнозу та якість лікування.

Завдяки МІС «Helsi» в КНП ЛОР «ЗСДМЦ»: автоматизовано реєстратуру та роботу лікаря; налагоджено управління розкладом лікаря; організовано ведення електронних медичних карток (ЕМК); налагоджено облік медичних препаратів та ведення проплат; автоматизовано формування звітів та статистики; забезпечено фіксацію дій користувачів; створено доступ пацієнтів до своєї електронної медичної карти (ЕМК); забезпечено надійне шифрування та безпеку даних; організовано підтримку для лікарів та пацієнтів від контакт-центру. Все це зrealізовано завдяки: підтримці формату DICOM та стандарту HL7; конструктору бланків і форм; інтуїтивно зрозумілому веб-інтерфейсу, гнучкому налаштуванню прав доступу тощо.

Для оцінювання ефективності МІС «Helsi» проведено анкетування, в якому прийняло участь 302 працівника КНП ЛОР «ЗСДМЦ». В опитуванні

прийняли участь різні категорії медичних працівників: завідувачі відділеннями, лікарі, старші медичні сестри, медичні сестри та лаборанти.

В результаті проведеного оцінювання ефективності запровадження МІС «Helsi» в практичну діяльність КНП ЛОР «ЗСДМЦ» виявлено значні покращення за такими напрямками: оформлення щоденних записів, час підготовки яких за допомогою МІС скоротився на 38%; час перегляду інструментальних досліджень скоротився на 85%; час на перегляд історії хвороби прискорився більш ніж на 70%. Деякі позитивні зрушення зумовлені також тим, що отримання результуючі вихідні дані з інформаційної системи значно простіше за їх рукописне створення.

У свою чергу, негативні зміни визначені у двох напрямках: ведення первинної документації в електронному вигляді (призначення, огляди, протоколи досліджень / операцій...) та швидкість роботи на комп'ютері (час на спілкування з пацієнтом).

Для удосконалення системи управління медичною інформацією в КНП ЛОР «ЗСДМЦ» в роботі запропоновано використати потенціал технології блокчейн, яка виконує функцію захисту процесу обміну даними та забезпечує стійкість до впливу зі сторони злоумисників.

В роботі запропоновано модель функціонування блокчейну як бази даних для зберігання інформації про пацієнта. Технологія блокчейн використовується для передачі інформації на основі стандартних криптографічних алгоритмів. У цьому процесі конфіденційна інформація укладена в блок та підписана учасником розподіленої мережі для запобігання модифікації інформації про пацієнта. Модель пропонує детальний метод керування доступом із збереженням конфіденційності, який надає користувачам різні привілеї, оцінюючи їх типи. Перевірка даних відбувається на етапі додавання нових даних: проводиться їх порівняння на основі хеш-значень у ланцюжку.

В роботі також запропоновано модель функціонування смарт-контрактів. Для забезпечення безпеки медичних даних в цій моделі використано алгоритм

формування ланцюжків переходів блоків розподіленого реєстру, що дозволив: реалізувати механізм консенсусу між вузлами мережі; захистити розподілений реєстр від можливого втручання та розгалуження його структури.

Для вирішення проблеми формування бази даних на основі блокчейн-технології запропоновано використовувати алгоритм формування ланцюжків переходів, за допомогою якого формуватиметься сховище медичних даних. Він передбачає покрокову послідовність дій для організації доступу користувачів зі збереженням конфіденційності, який надає користувачам різні привілеї, виходячи з їхньої ролі. Перевірка даних відбувається на етапах додавання нових даних та зверненні до них, при цьому проводиться їх порівняння на основі хеш-значень, записаних у ланцюжку.