

УДК 004.42+004.021+614.44+ 614.2

## ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ ЛІКАРСЬКИХ РІШЕНЬ ПРИ ЛІКУВАННІ ХВОРИХ З ПІДТВЕРДЖЕНИМ ВИПАДКОМ COVID-19

Черниш Ксенія Юріївна

[ksencher2099@gmail.com](mailto:ksencher2099@gmail.com)

Білошицька Оксана Костянтинівна

[biloshytska.oksana@lil.kpi.ua](mailto:biloshytska.oksana@lil.kpi.ua)

Кафедра біомедичної інженерії

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Державна наукова установа

«Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини»

Державного управління справами

м. Київ, Україна

***Анотація** - У статті розглянуто основні аспекти проектування автоматизованих бізнес-процесів у закладах охорони здоров'я для визначення ступеня тяжкості перебігу COVID-19, визначення необхідності госпіталізації хворих на COVID-19, а також формування листа лікарських призначень з урахуванням супутніх захворювань пацієнта та можливих протипоказань. Розроблено МІС «COVIDMED» з системою підтримки прийняття лікарських рішень, яка базується на затверджених стандартах надання медичної допомоги та протоколах лікування із врахуванням обмежуючих протипоказань, які є у пацієнта. Розроблена система може бути використана лікарями при наданні медичної допомоги для ефективного використання робочого часу та зменшення адміністративного навантаження.*

***Ключові слова:** алгоритми, коронавірусна хвороба (COVID-19), медичні інформаційні системи, системи підтримки прийняття лікарських рішень.*

### I. ВСТУП

Особливістю пандемії COVID-19 стали швидкість поширення збудника та його висока контагіозність (заразливість), які не завжди піддаються блокуванню шляху передачі вірусу, що призвело до масштабного зараження населення у всьому світі та високої смертності. Понаднормові навантаження медиків можуть спричинювати зниження якості надання медичних послуг, тому питання оптимізації процесів роботи медичного персоналу є гострою проблемою сьогодення.

Інформаційні технології у медичній галузі мають значний вплив у покращенні якості надання медичних послуг та оптимізації процесів роботи медичного персоналу. Однією із проблем медицини, які можуть бути мінімізовані за допомогою інформаційних систем, є зменшення кількості потенційних лікарських помилок [1]. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є застосування систем підтримки прийняття рішень (СППР) для лікарів. В медичній галузі показник «випадковості» має бути зведений до мінімуму, оскільки це прямо пов'язано із впливом на життя і

здоров'я пацієнтів. Вирішити це можна за допомогою розробок систем підтримки прийняття лікарських рішень (СППЛР). Зокрема, використання СППЛР під час лікування хворих з підтвердженим COVID-19, забезпечує пошук оптимального варіанту для формування плану лікування пацієнтів, за допомогою системи підказок та попереджень.

Проблематика застосування СППЛР полягає у багатофакторності прийняття кінцевого рішення, відстеженню сумісності лікарських засобів і показників хворих, що все в свою чергу впливає на подальше визначення плану лікування. Через відсутність довготривалих досліджень перебігу хвороби COVID-19, різноманітність проявів клінічної картини у хворих та швидкістю поширення пандемії [2], процес формування плану лікування коронавірусної інфекції у хворих став для лікарів важливою задачею робочого процесу.

## II. МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою роботи було створення системи підтримки прийняття лікарських рішень для лікування хворих з підтвердженим COVID-19 на основі затверджених стандартів надання медичної допомоги та протоколів лікування із врахуванням обмежуючих протипоказань, які є у пацієнта.

## III. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Для побудови алгоритмічних процесів функціонування СППЛР було проаналізовано державний стандарт надання медичної допомоги хворим на коронавірусну хворобу [2] та клінічний маршрут пацієнта з симптомами гострого респіраторного синдрому, визначеним випадком коронавірусної хвороби (COVID-19) [3, 4].

Автоматизовані бізнес-процеси функціонування СППЛР виконуються на основі стандартизованих призначень надання медичної допомоги хворих [2, 3, 4]. Було сформовано оцінюючу матрицю визначення стану тяжкості перебігу захворювання. Матриця для оцінки стану перебігу захворювання ґрунтується на багатьох клінічних показниках хворого, які можна поділити на основні категорії: основні фізіологічні показники хворого (температура, частота дихання, тощо) [2, 3], симптоматичні ознаки (порушення свідомості, кровохаркання, тощо), наявні результати попереднього дослідження та діагностики.

Логіка визначення стану тяжкості перебігу захворювання за матрицею складається із послідовних блоків вирахування ознак ступеню тяжкості перебігу захворювання у хворого за категоріями клінічних показників, опис блоків та їх призначення наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Опис програмних блоків розробленого алгоритму для визначення ступеню тяжкості перебігу захворювання COVID-19

| №  | Назва блоку  | Дані для оцінки  | Принцип визначення   | Мета виконання блоку                         |
|----|--|--|--|--|
| 1. | Основні показники для визначення стану тяжкості захворювання | Введені лікарем поточні значення клінічних критеріїв хворого                 | Визначення стану захворювання відбувається за принципом верхньої ієрархії стану: «Критичний-тяжкий-середній-легкий». При отриманні хоча б 1 значення показника хворого для стану вищого за ієрархією, то оцінка в подальших блоках відбувається на його основі | Первинне визначення стану                    |
| 2. | Оцінка впливу супутніх захворювань                           | Введені лікарем чи раніше додані супутні захворювання                        | Визначення приналежності хворого до групи ризику або чи наявні у нього супутні захворювання, що підвищують ступінь тяжкості перебігу захворювання  | Перевірка на наявність ускладнюючих факторів |
| 3. | Оцінка наявних критичних клінічних симптомів                 | Введені лікарем додаткові показники для оцінки критичних клінічних симптомів | Визначення на наявність обтяжуючих клінічних симптомів [2, 3]  | Перевірка критичності стану                  |

Блоки створеного алгоритму для визначення госпіталізації виконуються послідовно, за допомогою перевірки на наявність внесених показників хворого у матриці.

Для оцінки потреби у госпіталізації виділено 3 типи оцінюючих факторів: госпіталізація за клінічними критеріями, госпіталізація за супутніми захворюваннями та госпіталізація за підвищеними факторами ризику прогресування стану до тяжкого COVID-19 [5]. Також сформовано матрицю для оцінки рівня необхідності госпіталізації хворого.

Для проектування автоматизованих бізнес-процесів було використано нотацію BPMN 2.0

#### IV. РЕЗУЛЬТАТИ

На основі протоколу МОЗ було сформовано блок-схеми автоматизованих процесів визначення медичних рішень. СППЛР має містити окремі автоматизовані алгоритмічні модулі, що забезпечують оптимальну швидкодію програмного комплексу. Алгоритм СППЛР із формування плану лікування хворого на COVID-19 (на основі літературного огляду

джерел [2, 3, 5]) має містити такі основні модулі:

- визначення ступеню тяжкості перебігу захворювання (рис. 1);
- визначення необхідності госпіталізації хворого (рис. 2);
- за відсутності необхідності госпіталізації, формування списку рекомендованих лікарських засобів та перевірка на наявність протипоказань хворого, обраних лікарем, лікарських засобів (рис. 3).

Визначення СППЛР лікарських призначень реалізується програмно за

логікою, що наведена на рисунку 3, за рахунок формування внутрішньої БД лікарських засобів по коду МОРІОН і додаткових параметрів призначень і протипоказань.

Алгоритмічні обчислення СППЛР відбуваються в послідовних програмних блоках за закладеними системними параметрами, на основі клінічних ознак хворого, які введені лікарем під час прийому, за потреби отримання рішення система може сформулювати запит на введення додаткових клінічних показників.

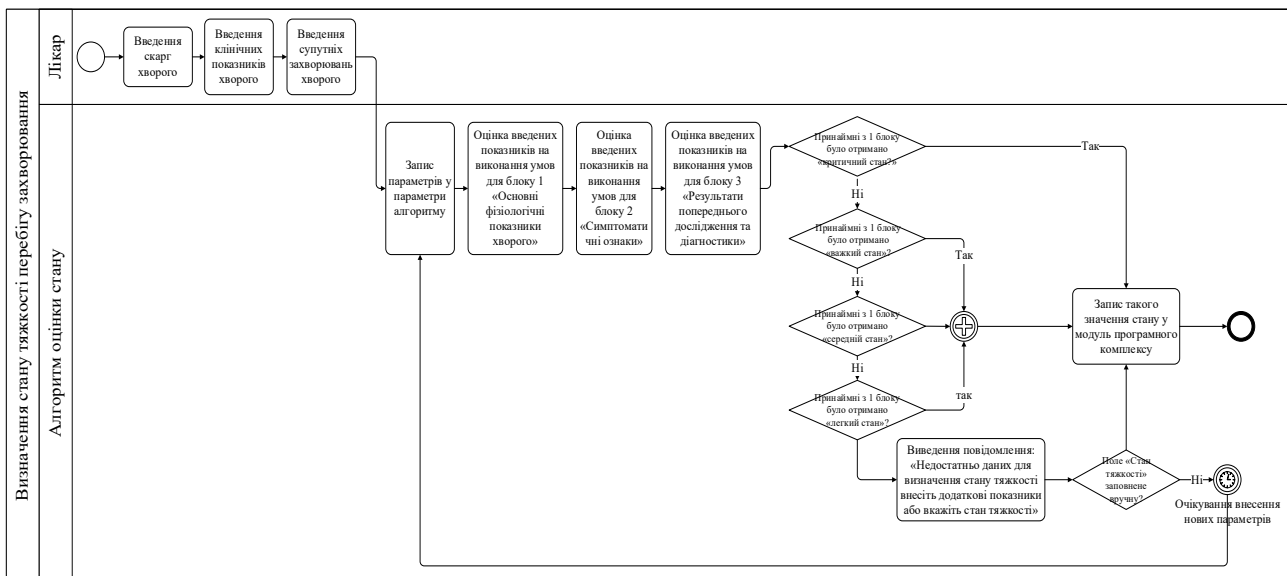


Рисунок 1 – Блок-схема оцінка тяжкості перебігу захворювання хворого на COVID-19 змодельована у нотації BPMN 2.0

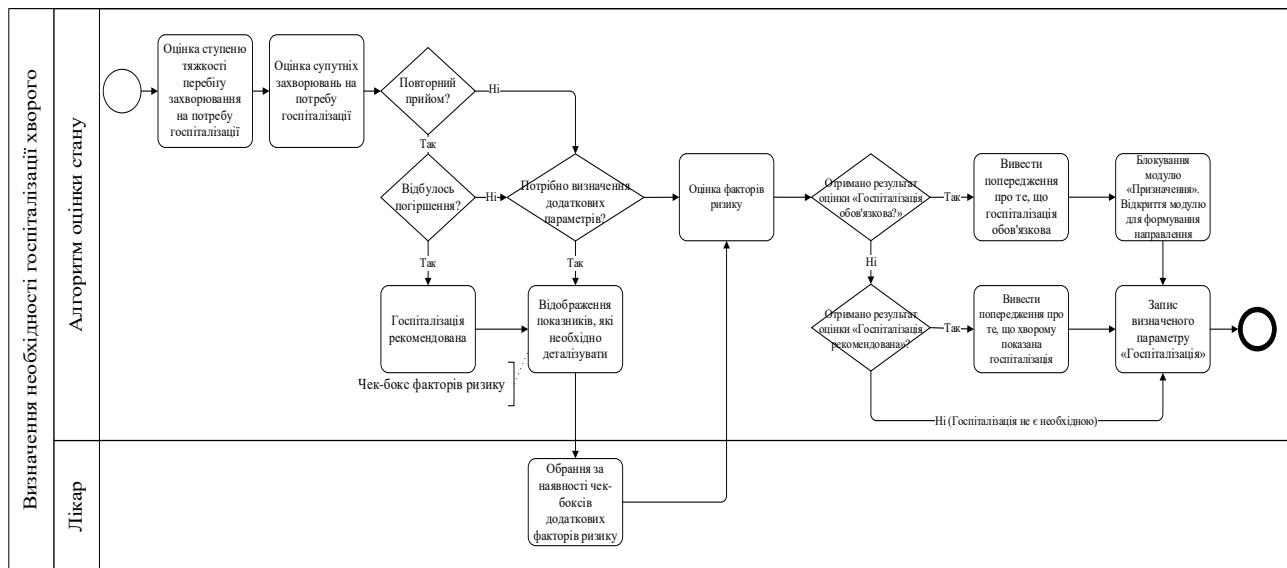


Рисунок 2 – Блок-схема оцінки необхідності госпіталізації хворого на COVID-19 змодельована у нотатції BPMN 2.0

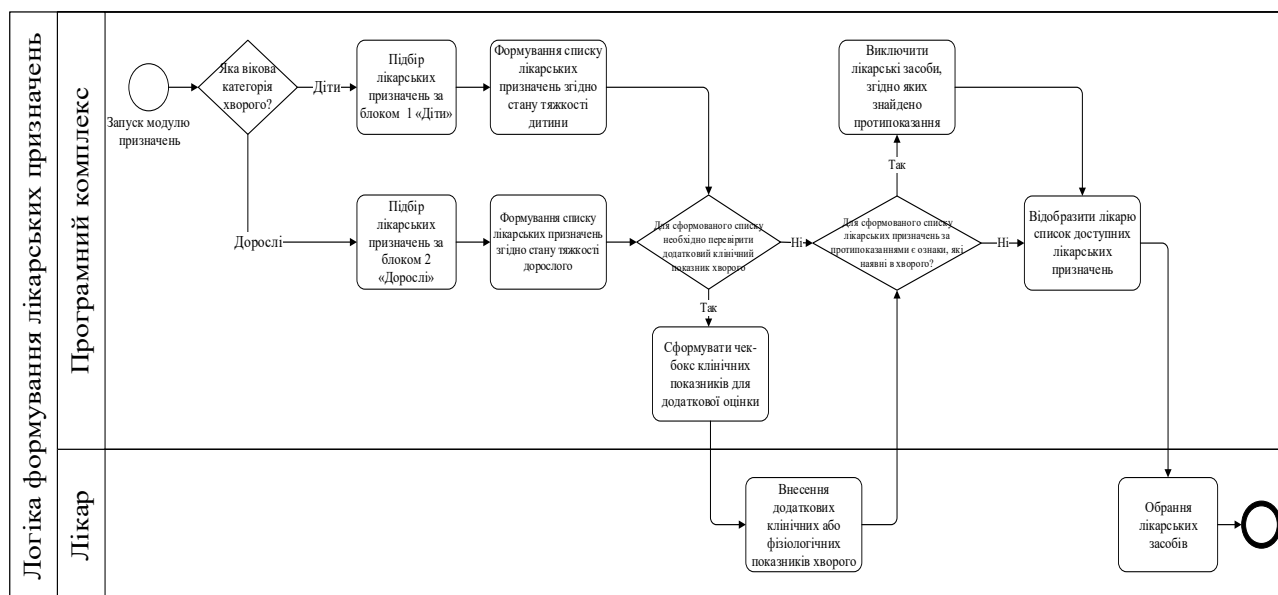


Рисунок 3 – Блок-схема логіки формування лікарських призначень хворому на COVID-19 змодельована у нотатції BPMN 2.0

У нотатції BPMN 2.0 (Business Process Model and Notation) було побудовано блок-схему загальної логіки роботи лікаря у МІС з модулем СППЛР (рис. 4-5). Алгоритмічні блоки СППЛР виділені зеленим кольором. Варто зауважити, що незважаючи на

отримане рішення системи, кінцевий результат діагностики, лікування і необхідності госпіталізації хворого, визначається лікарем. Програмний комплекс спрямований на використання у робочій області лікарів первинного рівня надання

медичної допомоги, але програмно в другому рівня надання медичної допомоги. алгоритмічні вирахування параметри для

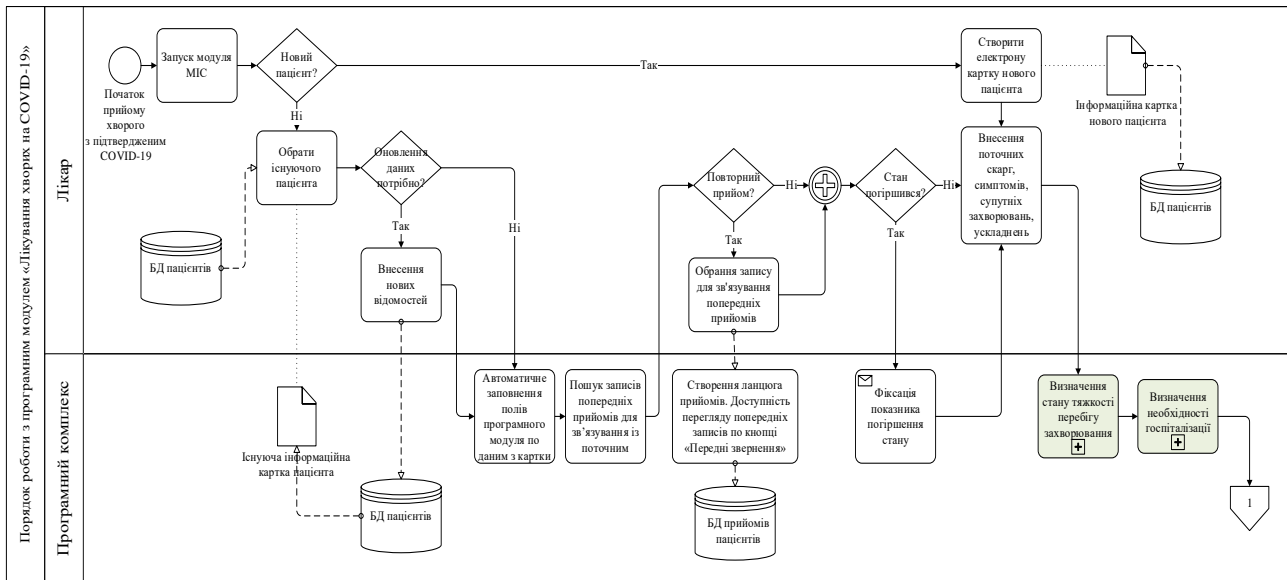


Рисунок 4 – Блок-схема (частина 1) логіки роботи програмного комплексу із застосуванням СППЛР змодельована у нотації BPMN 2.0

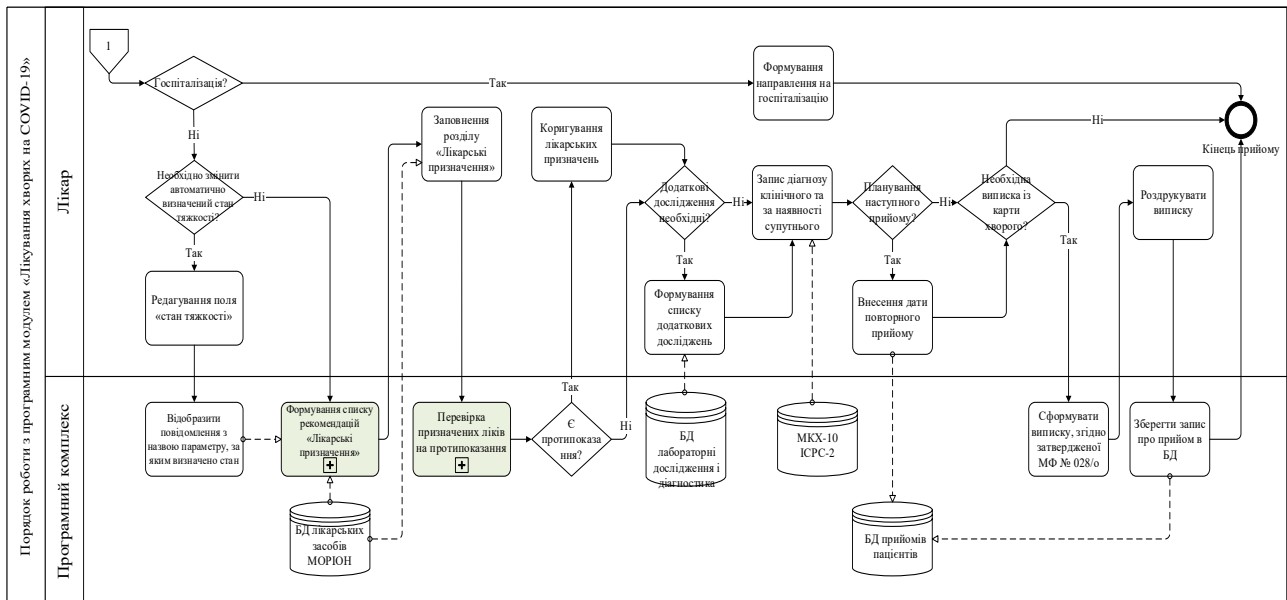


Рисунок 5 – Блок-схема (частина 2) логіки роботи програмного комплексу із застосуванням СППЛР змодельована у нотації BPMN 2.0

## V. ОБГОВОРЕННЯ

На основі бізнес-процесів, які зображені на блок-схемах (рис. 1-5), та для практичної реалізації роботи СППЛР розроблено функціональний блок «Модуль лікування хворих на COVID-19». Потреба розробки функціонального блоку пов'язана із необхідністю внесення та обробки показників хворих для прогнозування плану лікування, фіксації звернення пацієнта та автоматизації процесів складання медичної документації.

Для забезпечення коректної роботи функціонального блоку були підключені стандартизовані медичні класифікатори-довідники [6]: лікарських засобів, згідно державного реєстру лікарських засобів України, за кодом МОРІОН, класифікатори хвороб МКХ-10, список можливих лабораторних та діагностичних досліджень.

Класифікатори були реалізовані як внутрішні бази даних (БД) медичної інформаційної системи (МІС) для оптимізації функціонування програмного забезпечення (ПЗ), з можливістю оновлення адміністратором системи.

Розроблена МІС «COVIDMED» містить такі модулі:

- внесення даних, показників та супутніх захворювань пацієнта;
- визначення ступеню важкості захворювання;
- оцінка факторів ризику та протипоказань для визначення потреби госпіталізації;
- формування прогностичних рекомендаційних призначень та оцінка обраних призначень лікарем (за потреби виведення повідомлень-застережень);
- внесення кінцевого результату в БД МІС;
- автоматичного формування медичної виписки або направлення на госпіталізацію.

Для реалізації функціонального блоку «Модуль лікування хворих на COVID-19» були забезпечені функціональні вимоги:

- логічно зрозумілий та простий інтерфейс, що обумовлено рівнем навичок використання ПЗ цільових користувачів;
- швидка обробка введених параметрів;
- автоматична система підказок-помилки у форматі вікон-повідомлень, для зменшення лікарських помилок;
- можливість друку і збереження у БД сформованих медичних документів та записів прийому, для автоматизації адміністративних процесів роботи лікаря та фіксація даних закладу охорони здоров'я;
- реалізація внутрішніх модулів програми «Дані пацієнта» та медичних виписок у форматі модальних вікон, із автоматичною синхронізацією по пацієнту, із забезпеченням цілісності даних пацієнтів.

Алгоритмічні обчислення недоступні користувачу МІС та реалізовані за допомогою об'єктно-орієнтованою мовою програмування із інтеграцією СУБД.

## VI. ВИСНОВКИ

На основі затвердженого протоколу МОЗ «Надання медичної допомоги для лікування коронавірусної хвороби (COVID-19)» [2, 3], було розроблено матриці для оцінки стану та потреби госпіталізації хворого. Матриці оцінки вираховують наявність специфічних симптомів, за якими СППЛР формує прогнозовану оцінку стану або рішення про необхідність госпіталізації. Автоматизований модуль лікарських призначень був розроблений програмно, він вираховує закодовані показники для лікарських засобів і наявність специфічних протипоказань у пацієнта.

У нотації BPMN 2.0 було змодельовано блок-схеми логіки формування рішення СППЛР. Алгоритмічні бізнес-процеси

СППЛР були інтегровані в загальну блок-схему функціонування програмного комплексу «COVIDMED», що дозволяє наглядно відобразити взаємодію системних блоків СППЛР і автоматизованих процесів діяльності лікаря.

**Фінансування.** Дане дослідження не отримувало зовнішнього фінансування.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

#### **ORCID ID та внесок авторів.**

0000-0002-2672-5371 (A, C, D) Chernysh Ksenia

0000-0002-2901-9667 (B, E, F) Biloshytska Oksana

A - Концепція роботи та дизайн, B - аналіз стандартів надання медичної допомоги та протоколів лікування, C – Проектування алгоритмів, D - Написання статті, E - Критичний огляд, F - Остаточне схвалення статті.

#### **ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. COVID-19: a remote assessment in primary care [Електронний ресурс] // BMJ. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.bmj.com/content/368/bmj.m1182.long>.
2. Протокол "Надання медичної допомоги для лікування коронавірусної хвороби (COVID-19)"

[Електронний ресурс] // МОЗ України. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://moz.gov.ua/article/ministry-mandates/nakaz-moz-ukraini-vid-11112021--2495-pro-vnesennja-zmin-do-protokolu-nadannja-medichnoi-dopomogi-dlja-likuvannja-koronavirusnoi-hvorobi-covid-19>.

3. Дячук, Д., Зюков, О., Ошивалова, О., Вовк, Л., Науменко, О., Мельник, Н., Сімак, І., Черній, Т., & Білошицька, О. (2020). Клінічний маршрут пацієнта з симптомами гострого респіраторного синдрому, визначеним випадком коронавірусної хвороби (COVID-19). Клінічна та профілактична медицина. 136 с. Режим доступу до ресурсу: <http://cp-medical.com/index.php/journal/2019-ncov-2>

4. Дячук, Д., Зюков, О., Ошивалова, О., Вовк, Л., Науменко, О., Мельник, Н., Сімак, І., Черній, Т., & Білошицька, О. (2020). Підходи до розробки та впровадження клініко-організаційного регламенту медичного обслуговування пацієнтів з підозрою на коронавірусну хворобу (COVID-19). Клінічна та профілактична медицина, 2 (12), 4-53. [https://doi.org/10.31612/2616-4868.2\(12\).2020.01](https://doi.org/10.31612/2616-4868.2(12).2020.01)

5. Інформаційні матеріали на основі Стандартів медичної допомоги «Коронавірусна хвороба (COVID-19)» [Електронний ресурс] // Центр громадського здоров'я МОЗ України. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://covid19.phc.org.ua/vedennya-vipadku/#clinical-syndromes-associated-with-covid-19>

6. Наказ про затвердження таблиці співставлення медичних послуг з кодами національного класифікатора НК 025:2021 «Класифікатор хвороб та споріднених проблем охорони здоров'я» та/або національного класифікатора НК 026:2021 «Класифікатор медичних інтервенцій» [Електронний ресурс] // Міністерство охорони здоров'я України. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0773282-20/sp:max50:nav7:font2#Text>.



UDC 004.42+004.021+614.44+ 614.2

## DESIGN OF A MEDICAL DECISION SUPPORT SYSTEM FOR THE TREATMENT OF PATIENTS WITH CONFIRMED COVID-19

*Ksenia Chernysh*

[ksencher2099@gmail.com](mailto:ksencher2099@gmail.com)

*Oksana Biloshytska*

[biloshytska.oksana@lil.kpi.ua](mailto:biloshytska.oksana@lil.kpi.ua)

Department of Biomedical Engineering  
National Technical University of Ukraine  
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”  
State Institution of Science  
«Research and Practical Center of Preventive and Clinical Medicine»  
State Administrative Department  
Kyiv, Ukraine

*Abstract* – The article considers the main aspects of designing automated business processes in health care facilities to determine the severity of COVID-19, determine the need for hospitalization of patients with COVID-19, form a list of medical prescriptions taking into account the patient's concomitant diseases and possible contraindications. The MIS "COVIDMED" with a medical decision support system based on the approved standards of medical care and treatment protocols, taking into account the limiting contraindications of the patient, has been developed. The developed system can be used by doctors in the provision of medical care for the efficient use of working time and reduce administrative burden.

*Key words* – algorithms, clinical decision support systems, coronavirus disease (COVID-19), hospital information system.