

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут інформатики та радіoeлектроніки,
Факультет комп'ютерних наук і технологій
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра програмних засобів
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)
магістр
(ступінь вищої освіти)

на тему ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ
МОНІТОРИНГУ ПОШИРЕННЯ COVID-19 В СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ
RESEARCH AND SOFTWARE IMPLEMENTATION OF METHODS FOR
MONITORING THE SPREAD OF COVID-19 IN SECONDARY SCHOOLS

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи КНТЗ-119м
Спеціальності 121 Інженерія програмного
забезпечення
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Інженерія програмного забезпечення

Лавренко А.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник Табунщик Г.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Шитікова О.В.
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет ІРЕ, ФКНТ
 Кафедра програмних засобів
 Ступінь вищої освіти магістр
 Спеціальність 121 Інженерія програмного забезпечення
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) Інженерія програмного забезпечення
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПЗ, д.т.н, проф.
С.О. Субботін
 “ ” 20__ року

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Лавренка Андрія Анатолійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Дослідження та програмна реалізація методів моніторингу поширення COVID-19 в середній школі. Research and Software Implementation of Methods for Monitoring the Spread of COVID-19 in Secondary Schools

керівник проєкту (роботи) Табунщик Галина Володимирівна, к.т.н., професор,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “03” листопада 2020 року № 301

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 18 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) рекомендована література, технічне завдання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз проблеми та постановка завдань дослідження. 2. Матеріали і методи. 3. Розробка архітектури програми. 4. Розробка програми. 5. Експлуатація, тестування та експериментальне дослідження програми. 6. Економіко-організаційна частина. 7. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. 8. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Слайди презентації

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-6 Основна частина	Табунщик Г.В., професор		
Організаціо-економічна частина	Пожуєва Т.О., професор		
Охорона праці та цивільна безпека	Коробко О.В., ст. викладач		
Нормоконтролер	Камінська Ж.К., асистент		

7. Дата видачі завдання “ 7 ” вересня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Постановка завдання роботи.	1 тиждень	Завдання, ТЗ
2	Аналіз предметної області.	2-3 тиждень	Розділ 1
3	Розробка та удосконалення методів моніторингу поширення COVID-19.	4-5 тиждень	Розділ 2
4	Розробка архітектури програми.	6 тиждень	Розділ 3
5	Розробка програми.	7-8 тиждень	Розділ 4
6	Тестування та експериментальне дослідження програмного забезпечення.	9 тиждень	Розділ 5
7	Розробка організаційно-економічної частини	10 тиждень	Розділ 6
8	Розробка заходів з охорони праці та цивільної безпеки.	11 тиждень	Розділ 7
9	Оформлення пояснювальної записки та документів до неї.	12-13 тиждень	Додатки
10	Нормоконтроль та рецензування.	14-15 тиждень	
11	Захист роботи.	16 тиждень	

Студент(ка)

(підпис) Лавренко А.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис) Табунщик Г.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи магістра:
105 с., 16 табл., 19 рис., 2 дод., 43 джерела.

COVID-2019, КОМП'ЮТЕРНА ПРОГРАМА, МЕТОДИ
МОНІТОРИНГУ, ЕПІДЕМІЯ, PYTHON.

Об'єкт дослідження – методи моніторингу вірусних інфекцій в школі.

Предмет дослідження – програмна реалізація методів моніторингу поширення COVID-19 в середній школі.

Мета роботи – створення програмної реалізації методів моніторингу поширення COVID-2019 у середній школі.

Матеріали, методи та технічні засоби: структурне та об'єктно-орієнтоване програмування, мови програмування Python, Qt Creator, персональний комп'ютер з процесором Intel Core 5 під управлінням операційної системи Microsoft Windows 10.

Результати. Створено програмну реалізацію методу моніторингу поширення COVID-2019 у середній школі.

Висновки. Розроблено програмну реалізацію методу моніторингу поширення COVID-2019 у середній школі, яка обробляє данні про стан вчителів та учнів та робить короткостроковий прогноз.

Галузь використання – моніторинг захворювань в навчальних закладах.

ABSTRACT

Explanatory note to the diploma qualifying work of the master: 105 pages, 16 tables, 19 figures, 2 appendixes, 43 sources.

COVID-2019, COMPUTER PROGRAM, MONITORING METHODS, EPIDEMIC, PYTHON.

Object of study is a methods of monitoring viral infections at school.

Subject of study is the software implementation of monitoring methods for the spread of COVID-19 in high school.

The purpose of the work is to create a software implementation of the system for monitoring the spread of COVID-2019 in high school.

Materials, methods, and tools: structural and object-oriented programming, Python programming languages, Qt Creator, personal computer with Intel Core 5 processor running Microsoft Windows 10 operating system.

Results. A software implementation of the method of monitoring the spread of COVID-2019 in high school has been created.

Conclusions A software implementation of the method of monitoring the spread of COVID-2019 in secondary schools has been developed, which processes data on the status of teachers and students and makes a short-term forecast.

The field of use is monitoring of diseases in educational institutions.

ЗМІСТ

	С.
Перелік скорочень та умовних познач.....	8
Вступ.....	9
1 Аналіз проблеми та постановка завдань дослідження	11
1.1 Епідеміологічні дослідження.....	11
1.2 Пандемія COVID-19.....	12
1.3 Стан пандемії в Україні.....	13
1.4 Існуючі аналоги моніторингу поширення Covid-19.....	15
1.4.1 Мобільний застосунок StopCovid.....	16
1.4.2 Застосування «Соціальний моніторинг».....	17
1.4.3 Система «Коронавірус (COVID-19)»	17
2 Матеріали і методи.....	19
2.1 Статистичні методи.....	19
2.1.1 Регресивні моделі	20
2.1.2 Авторегресійні моделі.....	22
2.2 На основі машинного навчання і прецедентів	23
2.2.1 Байєсові мережі	23
2.2.2 Штучні нейронні мережі.....	23
2.2.3 Міркування на основі прецедентів	24
2.3 Прогнозування на базі фільтрації.....	25
2.4 Математичне моделювання поширення інфекції	26
2.5 Алгоритми сортування в базі даних.....	28
3 Розробка архітектури програми.....	30
3.1 Вхідні та вихідні дані.....	31
3.2 Логічна модель	32
3.3 Фізична модель.....	34
3.4 Вибір і обґрунтування вибору середовища розробки	36
4 Розробка програми	39
4.1 Сортування даних	39

4.2 Статистичний аналіз	41
5 Експлуатація, тестування та експериментальне дослідження програми	46
6 Економіко-організаційна частина.....	51
6.1 Маркетинговий аналіз	51
6.1.1 Ідея створення програмного продукту.....	51
6.1.2 Аналіз ринкових можливостей запуску реалізації ідеї.....	53
6.1.3 Потенційні групи клієнтів, їх характеристики	54
6.1.4 SWOT-аналіз	54
6.1.5 Ринкова стратегія проекту.....	55
6.2 Економічний аналіз.....	56
6.2.1 Визначення витрат на оплату праці.....	56
6.2.2 Визначення матеріальних витрат та вартість спожитих послуг....	57
6.2.3 Визначення амортизації та відрахувань на поточний ремонт	58
6.2.4 Визначення повної собівартості	60
6.2.5 Визначення доходу, фінансового результату	60
6.3 Висновки економіко-організаційного аналізу проекту.....	64
7 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	65
7.1 Охорона праці.....	65
7.1.1 Аналіз потенційних небезпек.....	65
7.1.2 Заходи із забезпечення безпеки	66
7.1.3 Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці	69
7.2 Безпека у надзвичайних ситуаціях	76
7.2.1 Заходи з пожежної безпеки	76
7.2.2 Заходи з цивільного захисту.....	79
Висновки	83
Перелік джерел посилання	84
Додаток А Текст програми.....	89
Додаток Б Слайди презентації	95

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК

COVID 19 – COrona VIrus Disease 2019;

БД – база даних;

ГРВІ – гостра респіраторна вірусна інфекція;

МОЗ – міністерство охорони здоров'я;

ПММ – приховані марківські моделі

ШНМ – штучні нейронні мережі.

ВСТУП

Сучасний етап розвитку епідеміології та інфектології характеризується визнанням того, що інфекційні хвороби мають більш широке поширення, ніж випливає з даних медичної статистики. При несподіваному виникненні епідемій (спалахів) надзвичайна ситуація на уражених територіях буде різко змінюватися і формуватися складна обстановка з швидко змінною динамікою [1]. Ці обставини стануть визначальними, особливо на тлі дефіциту часу і ресурсів, які необхідні для протидії епідеміям (спалахів). В таких умовах поспішні або хаотичні дії фахівців органів охорони здоров'я можуть негативним чином вплинути на організацію і реалізацію заходів боротьби з патогенами, знизити ефективність заходів «швидкої допомоги» потерпілому населенню [2].

Основними факторами, які зумовлюють складність вирішення завдань оперативного аналізу і прогнозу розвитку епідемій (спалахів), а також завдань протидії є наступні [2]:

- масовість і висока швидкість поширення патогенів, коли в короткий період часу можлива поява великого числа хворих людей;
- «збої» в роботі медичних установ та органів охорони здоров'я, коли число уражених людей стає надзвичайно великим, а можливості наявних сил і засобів по протидії обмежені («виходять на насичення»);
- гострота або навіть криза в розвитку санітарно-епідеміологічної обстановки в осередках ураження через початкову невідповідності наявних можливостей і реальних потреб у силах і засобах протидії;
- необхідність швидкого (оперативного) аналізу і прогнозу обстановки з виробленням адекватного рішення по організації, реалізації та управлінню силами і засобами протидії з єдиного центру з метою виявлення, локалізації та ліквідації епідемій (епізоотій) при мінімальних соціальних та інших наслідках.

У цих умовах особливого значення набувають випереджаючі наукові дослідження з аналізу і прогнозу ймовірних сценаріїв розвитку епідемій небезпечних інфекційних захворювань. Враховуючи світову ситуацію з пандемією, дослідження та реалізація методів моніторингу поширення COVID-19 (COrona VIrus Disease 2019) є актуальним завданням.

Об'єкт дослідження – програмні засоби для дослідження та моніторингу поширення COVID-19.

Предмет дослідження – комп'ютерні програми для дослідження та моніторингу поширення COVID-19.

Мета роботи – створення програмної реалізації методів для моніторингу поширення COVID-19 у середній школі.

Відповідно до мети були поставлені наступні завдання:

- провести аналіз ситуації в Україні;
- провести аналіз програмних засобів для дослідження та моніторингу поширення COVID-19;
- розробити програмну реалізацію системи для моніторингу поширення COVID-19 у середній школі.

1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Епідеміологічні дослідження

Епідеміологічні дослідження повинні бути невід'ємною частиною системи охорони здоров'я при плануванні і реалізації програм профілактичного втручання. Відповідно до сучасних уявлень, цей процес реалізуються в чотири етапи [3].

Перший етап – аналіз поточної ситуації, включає оцінку потреби і визначення пріоритетів профілактики захворювання. Тільки описові епідеміологічні дослідження можуть дати справжню картину потреб системи охорони здоров'я для того чи іншого втручання. Наприклад, як визначити справжню потребу втручання, спрямованих на лікування. Оцінка потреби дозволяє встановлювати пріоритети – тобто найбільш значущі на даний момент проблеми зі здоров'ям населення, для вирішення яких доцільно виділити ресурси [2, 3]. Пріоритети визначаються на підставі сукупності параметрів, які оцінюються в рамках епідеміологічних досліджень: поширеності явищ, їх соціальної значущості, ризику розвитку ускладнень, економічних збитків асоційованих з даним захворюванням і факторами ризику та ін.

При обґрунтуванні пріоритетів для осіб, котрі приймають рішення в системі охорони здоров'я, дуже часто важлива демонстрація поточного економічного збитку від захворювання, фактор ризику в порівнянні з необхідним інвестиціями в програму або втручання, спрямоване на його корекцію [4].

Другий етап – розробка програм включає: формулювання цілей і завдань, створення моделі функціонування програми з прогнозуванням результатів і розробку плану оцінки програми. Цілі і завдання будь-якої програми охорони здоров'я повинні бути наслідком оцінки потреби і вибору пріоритетів за результатами епідеміологічних досліджень. Зіставлення даних епідеміологічних досліджень поточної ситуації і перспективних досліджень,

виконаних раніше, дозволяють створити модель функціонування програми з чіткими часовими характеристиками, розподілом ресурсів і прогнозом ефективності програми. На підставі моделі функціонування програми будується план оцінки програми, оптимальним варіантом, якої є епідеміологічний моніторинг, що дозволяє оцінювати вплив від втручання на популяцію в цілому, своєчасно виявляти відповідність реальних змін запланованим і вносити корективи в програму. Оцінка будь-якої програми повинна включати економічні параметри, починаючи від точного визначення витрачених ресурсів і до оцінки економічної ефективності програми, втручання по рекомендованим на сьогоднішній день методам «витрати-корисність», «аналіз впливу на бюджет» і ін.

Третій етап – впровадження, включає оцінку якості, і тут епідеміологічний моніторинг при включенні в нього певних параметрів є оптимальним інструментом контролю якості впроваджуваних програм громадської охорони здоров'я [3, 4].

Заключний етап – оцінка включає аналіз процесів і результатів. Епідеміологічний моніторинг дозволяє оцінювати короткострокові результати в реальному часі і на підставі короткострокових прогнозувати довгострокові (наприклад, по динаміці факторів ризику прогнозувати можливе зниження смертності у віддаленому періоді у осіб середнього і молодого віку). При наявності постійно діючої системи епідеміологічного моніторингу стає можливим відстеження середньо і довгострокових результатів профілактичних програм громадської охорони здоров'я

1.2 Пандемія COVID-19

Заразитися COVID-19 можуть представники всіх вікових категорій. Літні люди і люди, хворі певними захворюваннями (наприклад: астму, діабет, болючим серцем), схильні до підвищеного ризику розвитку важких форм інфекції [5].

Особливо важливим є захист дітей в освітніх установах від інфікування коронавірусом. Розроблені запобіжні заходи необхідні для запобігання потенційного поширення COVID-19 в школах; однак необхідно також вжити заходів безпеки, щоб уникнути стигматизації учнів і співробітників, які могли зазнати впливу вірусу. Дуже важливо щоб шкільне середовище продовжувало бути сприятливим до інклюзивної освіти та доброзичливим для абсолютно всіх учнів.

Була визначена група школярів, які найбільш активно поширюють коронавірус, вчені з Каліфорнійського університету стверджують, що це старшокласники [5].

Вчені змоделювали ситуацію в школах після зняття карантину і з'ясували, що восени може різко зрости число заражень серед педагогів старших класів: у 40,7 відсотка з них можуть виникнути симптоми COVID-19. Фахівці стверджують, що поширення патогена серед дітей молодшого віку нижче, ніж в колективі старших школярів. Прогнози засновані на даних, згідно з якими діти молодше 10 років в два рази менше сприйнятливі до інфекції, ніж школярі старшого віку [4, 5].

Відзначається, що знизити рівень заражень можна, зменшивши число учнів у класі. Як стверджують дослідники, в середній і старшій школі кількість учнів при сприятливому сценарії не повинна перевищувати 10 осіб. При цьому в класах початкової школи може одночасно перебувати до 20 учнів.

1.3 Стан пандемії в Україні

В Україні інфекцію Covid-19 вперше було діагностовано 3 березня 2020 року в Чернівцях. 13 березня був зафіксований перший летальний результат в результаті коронавірусної інфекції. Станом на 1 грудня 2020 на Україні налічувалося 745 123 тих, що заразилися, з них померлих – 12 548 [6].

Нижче наводиться зведений графік по всіх категоріях інфікованих за останні два місяці (рис. 1.1-1.2):

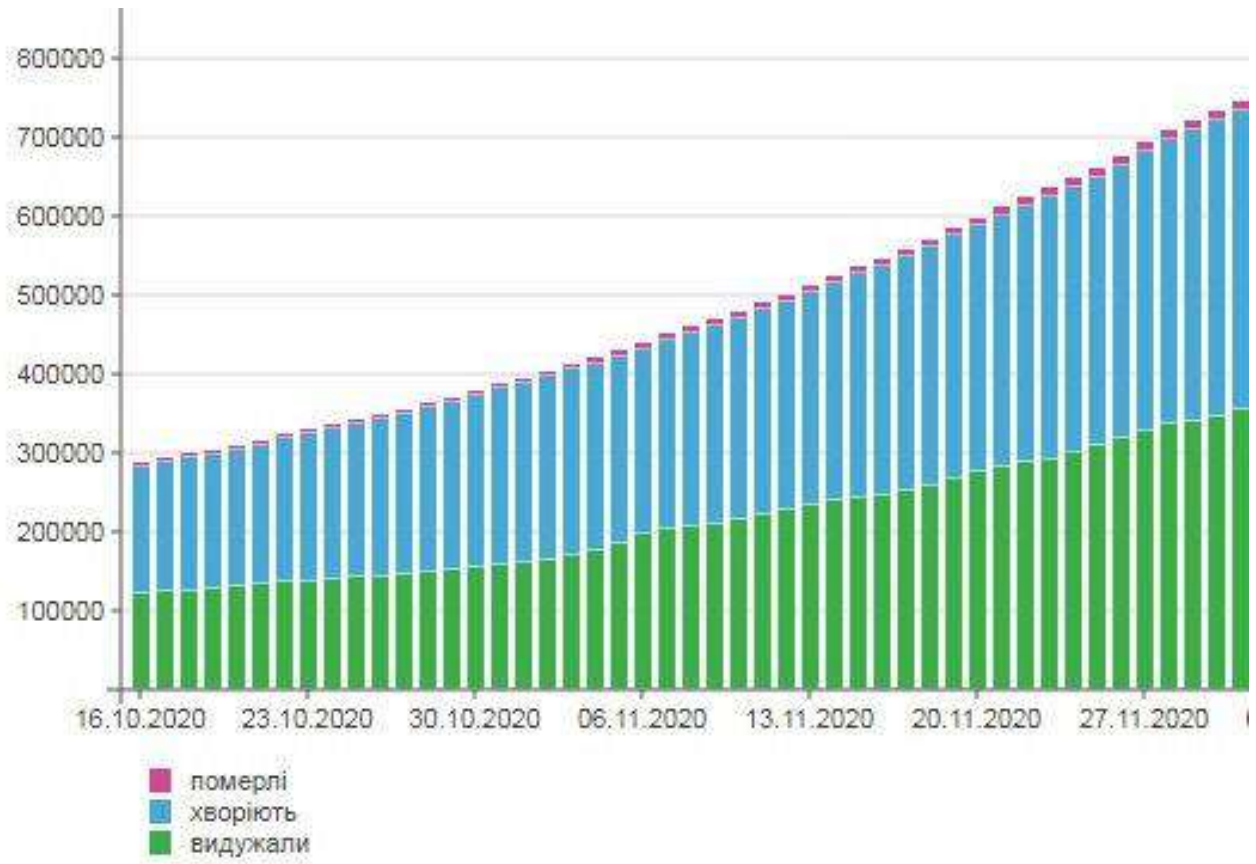


Рисунок 1.1 – Статистика інфікованих [6]

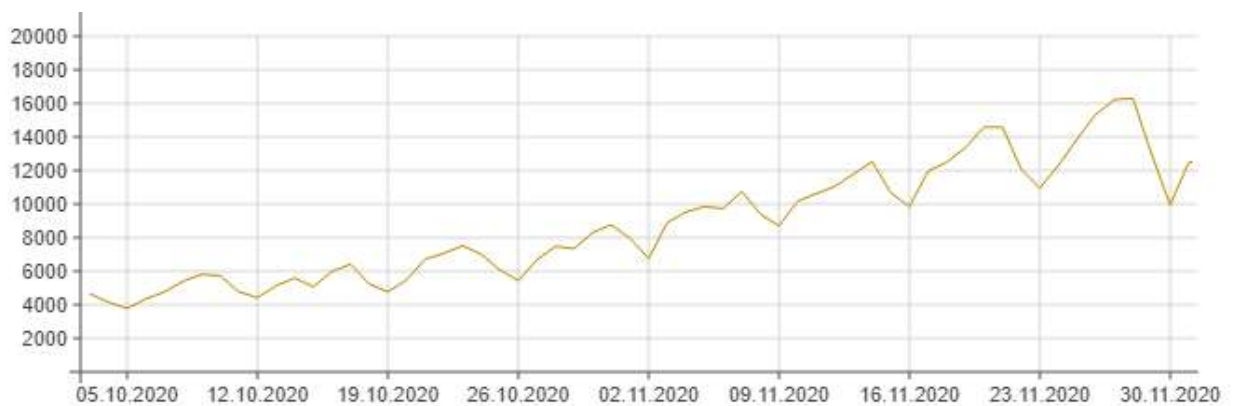


Рисунок 1.2 – Кількість інфікованих по днях [6]

Міністерство охорони здоров'я України назвало COVID-статистику по школах. За даними відомства, з вересня на COVID захворіли 0,9% всіх

учнів. За два останніх місяці COVID перехворіли 5 215 учнів. За вчителям статистика в два рази більше – 10 552 випадки захворюваності. Через епідемію коронавірусу з початку листопада на дистанційне навчання перейшли 912 освітніх установ [6].

Таким чином, після аналізу статистики, можна зробити висновок, що дослідження та програмна реалізація методів моніторингу поширення COVID-19 в середній школі є актуальним завданням.

1.4 Існуючі аналоги моніторингу поширення Covid-19

Системи моніторингу мають архітектуру представлену на рис. 1.3.

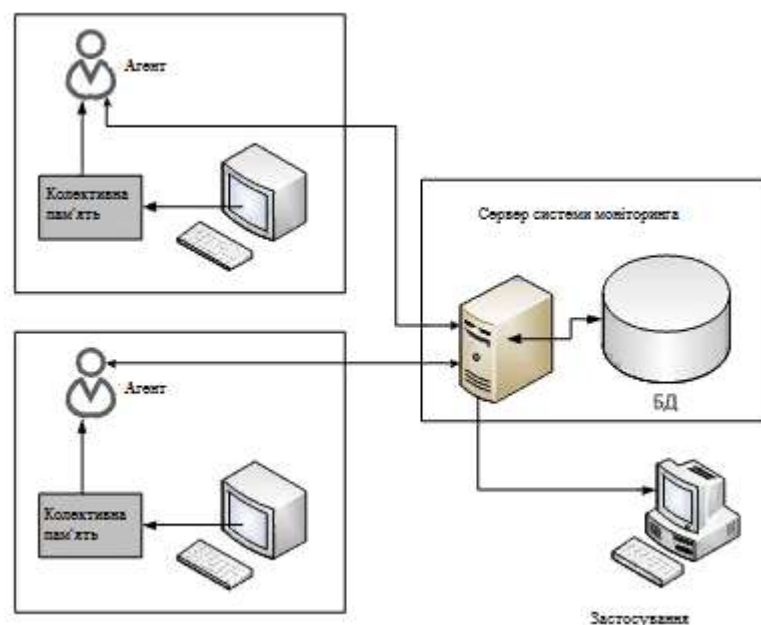


Рисунок 1.3 – Архітектура системи моніторингу

При появі змін агент моніторингу зчитує інформацію з пам'яті, що і формує запит серверу моніторингу.

Сервер моніторингу отримавши нові дані від агента, порівнює його новий стан з останнім записом про його стан в базі даних. Якщо отримана інформація є новою, то сервер проводить запис цієї інформації в базу даних, а потім транслює цю інформацію в застосування.

Далі представлені відомі аналоги застосувань для моніторингу поширення вірусних інфекцій.

1.4.1 Мобільний застосунок StopCovid

Мобільний застосунок StopCovid для відстеження переміщення і контактів осіб, інфікованих коронавірусом набув поширення серед жителів Франції. StopCovid, запроваджений французьким урядом, доступний онлайн з 2 червня (рис. 1.4). Його можна безкоштовно завантажити на сервісах App Store і Google Play. Користування програмою, виключно на добровільних засадах, схвалила Національна комісія по інформатизації та свободам, визнавши, що воно не порушує права людини. Застосунок сповіщає про знаходження поблизу людей, інфікованих коронавірусом. Втім, це можливо за умови, що вони теж мають активований StopCovid і заявили про себе як про носіїв коронавіруса [14].

Важливо, що власники мобільних пристроїв у відкритому доступі ідентифікуються за псевдонімами, а дані геолокації і персональна інформація не зберігаються.

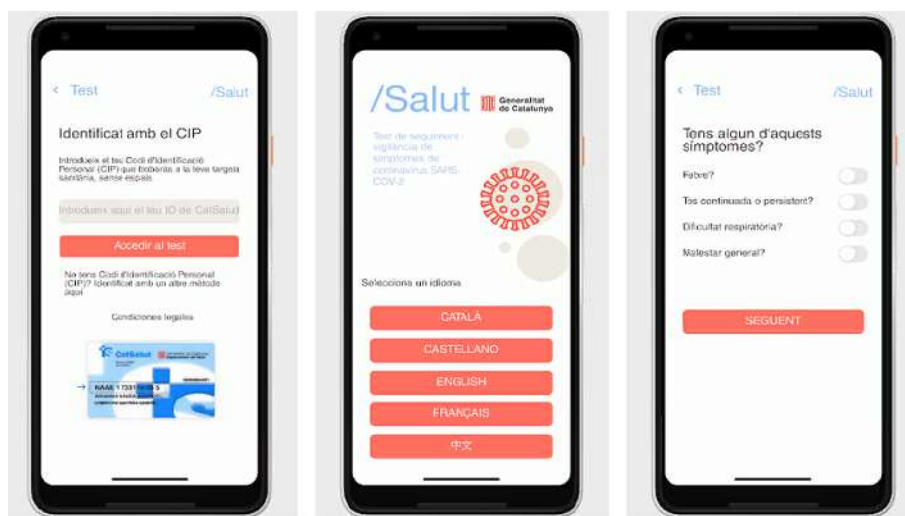


Рисунок 1.4 – Застосування StopCovid

1.4.2 Застосування «Соціальний моніторинг»

«Соціальний моніторинг» – це мобільне застосування, яке допомагає місту забезпечити дотримання самоізоляції. Використовується в першу чергу тими, кому поставили діагноз «Covid інфекція» і людьми, які живуть з такими пацієнтами. Після отримання документів від лікаря про дотримання самоізоляції є можливість увійти в застосування (протягом 24 годин) [15].

Застосування «Соціальний моніторинг» фіксує місце розташування телефону і кілька разів в день надсилає запит зробити фото, щоб перевірити, що користувач поруч з телефоном (рис 1.5). Такий контроль дає впевненість, що пацієнти інфіковані Covid залишаються вдома і не піддають ризику інших.

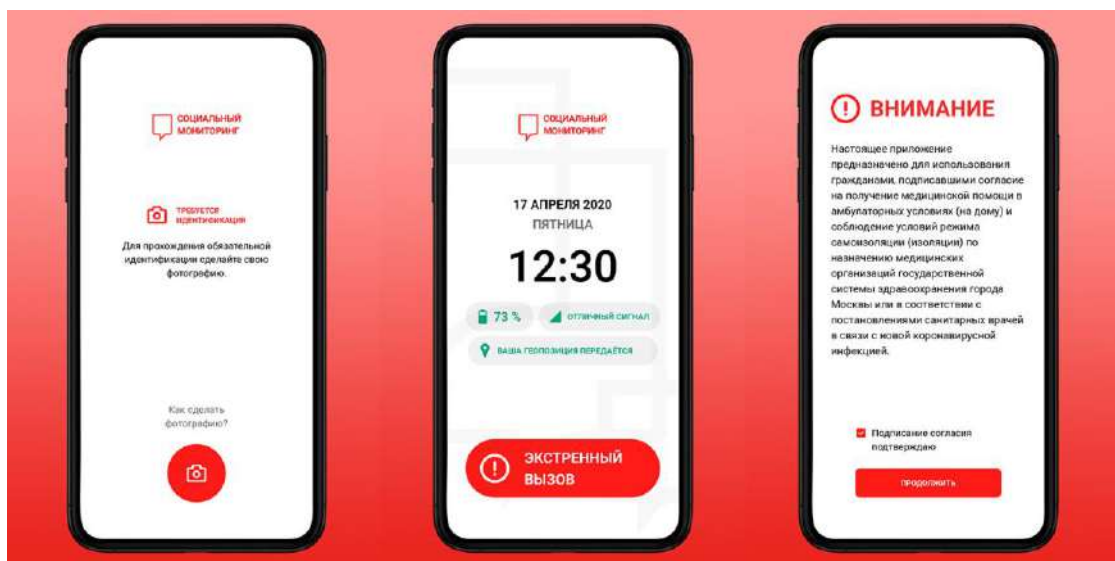


Рисунок 1.5 – Застосування «Соціальний моніторинг»

1.4.3 Система «Коронавірус (COVID-19)»

Система для моніторингу ситуації із кількістю підозр та випадками захворювання на COVID-19 в Україні (рис. 1.6).

На сайті є можливість відобразити версії як для ПК так і для мобільного телефону. після чого можна переглянути статистику [16].

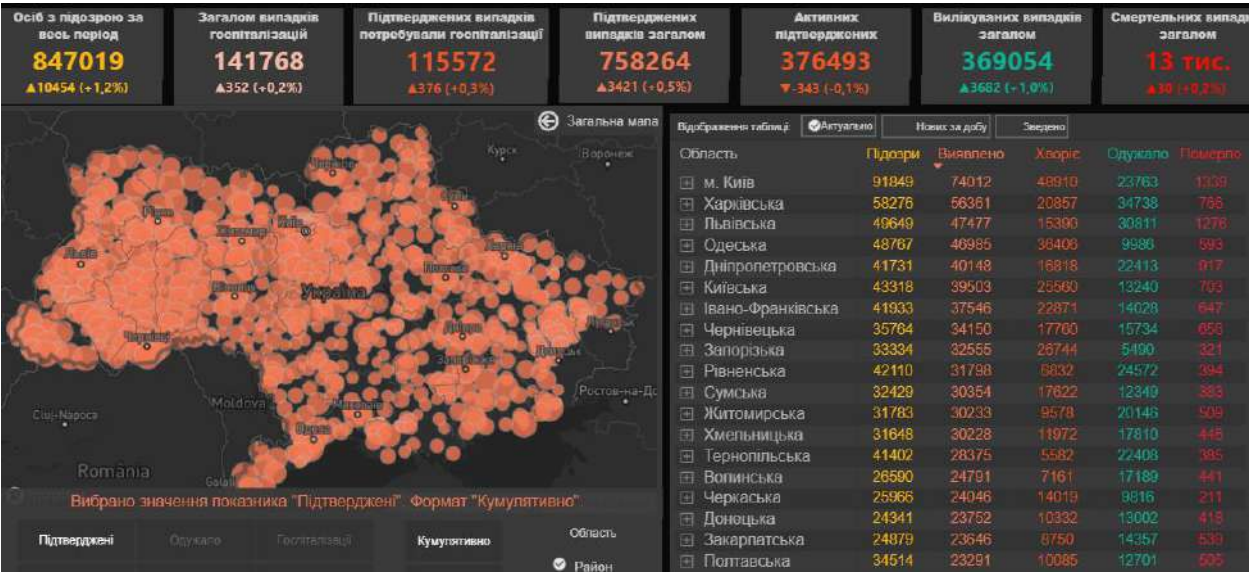


Рисунок 1.6 – Вигляд системи моніторингу в Україні

На сьогоднішній день є дуже багато рішень для моніторингу, прогнозування та профілактики поширення інфекції Covid-19, однак всі вони носять всеукраїнський або світовий масштаб. Не має рішення яке б дозволило вести моніторинг та фіксацію поширення Covid-19 в межах середньої школи.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Методи моніторингу та прогнозування інфекційної захворюваності активно розвиваються з початку XX століття. В останні роки число робіт на цю тему стрімко зростає завдяки розвитку інформаційних систем нагляду і появи великих обсягів статистики, доступної для аналізу. Епідеміологічні прогнози виконуються для різних термінів і в залежності від них служать різним цілям. Так, короткостроковий прогноз на кілька тижнів вперед застосовується в оперативному управлінні і при виявленні епідемічних спалахів захворюваності [7].

Частота збору даних обумовлюється видом інфекції, поточної епідеміологічною обстановкою і організаційними можливостями. У західних країнах статистику захворювання прагнуть оновлювати щодня або частіше.

Для зручності викладу розіб'ємо існуючі способи прогнозування захворюваності на кілька категорій: статистичні методи, методи на основі машинного навчання і прецедентів, методи на базі фільтрації і математичне моделювання поширення інфекції. Це досить умовний поділ, так як ряд підходів знаходиться на стику обраних категорій, а деякі техніки навіть можуть бути представлені як окремий випадок інших методів. Проте всі вони мають самостійне значення і особливості практичного застосування [8].

2.1 Статистичні методи

Важливою характеристикою є час (період) попередження прогнозу – відрізок часу від моменту, для якого є останні статистичні дані про досліджуваний об'єкт, до моменту, до якого відноситься прогноз [7].

Для більшості інфекцій, як і для ГРВІ (гостра респіраторна вірусна інфекція), характерний сезонний підйом захворюваності, і часто близькі значення показників повторюються з року в рік. Виражена сезонність враховується при будь-якому прогнозі терміном понад місяць. У

найпростішому випадку дані за певний календарний період (тиждень, місяць, рік) розглядають відокремлено [8].

Так, поширений спосіб отримання оцінок очікуваної захворюваності – просте усереднення доступних спостережень. Цей підхід широко застосовується при обчисленні рівня ординарної захворюваності. Процедури прогнозування, засновані на поточечних оцінках, приваблюють своєю простотою. Нехай T – період сезонності, тоді прогноз $y_t, y_{t+1}, \dots, Y_{t-1} + T$ може бути обчислений для кожного учасника процесу захворюваності на основі множин відомих значень $\{y_{t-T}, y_{t-2T}, y_{t-3T}, \dots\}, \dots, \{Y_{t-1}, Y_{t-1-T}, Y_{t-1-2T}, \dots\}$ відповідно.

Незважаючи на те що вони не враховують кореляцію між послідовними спостереженнями, вони можуть успішно застосовуватися для отримання грубих середньострокових і довгострокових проєкцій захворюваності.

2.1.1 Регресивні моделі

Класичний регресійний аналіз – напевно, найпопулярніший метод прогнозування захворюваності. Завдання регресії полягає в знаходженні оцінок невідомих параметрів і формуванні функціональної залежності між захворюваністю і факторами, що її зумовлюють. Серед регресійних моделей слід виділити дві групи неадаптивні моделі, для оцінки параметрів яких використовуються всі наявні дані, і адаптивні моделі, значення параметрів яких розраховуються на основі ковзного вікна спостережень за формулою (2.1) [7]:

$$y_t = \sum_{j=0}^v \alpha_j t^j + \sum_{j=1}^k (\beta_{2j-1} \sin \theta_j + \beta_{2j} \cos \theta_j) + \sum_{j=1}^7 \eta_j I_j(t), \quad (2.1)$$

де y_t – оцінка захворюваності в момент часу t ;

α_j і β_j – параметри регресії, ступінь полінома v зазвичай дорівнює одиниці;
 θ_j – лінійна функція часу t .

Її слід вибирати виходячи з результатів спектрального аналізу.

Зазвичай використовують $\theta_j = 2\pi \times j_t / T$, де T – період сезонності, наприклад, 12 місяців або 52 тижні. Число гармонік k рідко перевищує дві.

Неадаптивні регресивні моделі покликані враховувати всю передісторію захворюваності на аналізованій території. Для їх побудови використовуються всі наявні дані або спостереження останніх років, що володіють схожими характеристиками. Так, якщо властивості процесу захворюваності змінилися, ймовірно, застарілі дані вже не допоможуть уточнити прогноз. Адаптивні регресійні моделі представляють обмежений відрізок тимчасового ряду і повинні бути досить чутливі для того, щоб реагувати на поточні тенденції захворюваності [7].

Важливу роль при використанні адаптивних моделей грає ширина ковзного вікна – число останніх спостережень, на основі яких оцінюють параметри моделі. Її слід вибирати виходячи з терміну прогнозування. Як правило, адаптивні моделі застосовують при короткостроковому прогнозуванні і ширина вікна не перевищує декількох місяців. Однак ширина вікна тісно пов'язана з видом регресійної залежності. Чим більше число невідомих параметрів, тим більше потрібно даних для отримання їх оцінок, і навпаки, чим ширше вікно, тим складніше може бути встановити для адекватного уявлення ділянки епідемічної кривої.

Регресійний аналіз – базовий підхід до прогнозування часових рядів будь-якої природи, легко реалізовується за допомогою будь-якої системи комп'ютерної математики [8]. Неадаптивні моделі дозволяють отримати проекції захворюваності на будь-який термін, але такі моделі ігнорують локальні коливання епідемічних показників і погано підходять для короткострокового прогнозування. Адаптивні моделі, навпаки, призначені для формування прогнозів на кілька тижнів вперед. При досить великій

ширині ковзного вікна можуть бути розраховані і середньострокові оцінки захворюваності, але досягнення високої їх якості проблематично.

2.1.2 Авторегресійні моделі

Найчастіше авторегресійні моделі застосовуються в методології Бокса і Дженкінса, в рамках якої вимірювання часового ряду представляються в вираз, називають змішаною моделлю авторегресії – змінного середнього порядку. Моделі описують тільки стаціонарні тимчасові ряди. У рідкісних випадках можливо застосовувати методи для короткострокового прогнозування захворюваності, але частіше потрібно перетворення аналізованого часового ряду за формулою (2.2) [9].

$$y_t = \mu + \varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 y_{t-2} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}, \quad (2.2)$$

де μ – «рівень» випадкового процесу (константа, що підлягає визначенню);

φ_j і θ_j – невідомі параметри;

ε_j – випадкові імпульси моделі (розподілені нормально з нульовим математичним очікуванням і постійної дисперсією).

Метод підходить як для короткострокового, так і для довгострокового прогнозування, алгоритми оцінювання параметрів моделі реалізовані у всіх спеціалізованих пакетах статистичних програм.

Більшість тимчасових рядів не можуть чітко задовольняти вимогам стаціонарності, що тягне за собою неточності при застосуванні методу. Крім того, для оцінки параметрів необхідна велика кількість спостережень. При малій кількості вихідних даних бажано використання іншої техніки – цілочислової авторегресії, яку можна віднести до способів прогнозування, що активно розвиваються [8, 9].

2.2 На основі машинного навчання і прецедентів

2.2.1 Байєсові мережі

Інший підхід до моделювання часових рядів, що забезпечує облік структури кореляції даних – динамічні байєсові мережі. Байєсові мережі зображують у формі спрямованого графа, вершини якого відповідають змінним моделям, а ребра – імовірнісним залежностям між ними, які задані певними законами розподілу. Після навчання байєсові мережі дозволяють оцінити ймовірність настання деякої події, при спостереженні послідовності явищ. Байєсові мережі сьогодні стрімко набирають популярність в різних областях знань і застосовуються до задачі прогнозування захворюваності переважно в простій формі прихованих марківських моделей (ПММ) [10].

Побудова ПММ можливо як при великій, так і малій кількості вихідних даних, однак алгоритми оцінки параметрів моделі складний в обчисленнях, тому ПММ зазвичай аналізують на основі вузького ковзного вікна спостережень. З цієї причини на поточний момент байєсові мережі надають можливість тільки короткострокового прогнозування захворюваності. Більш того, найчастіше ПММ застосовуються лише для виявлення підвищеної захворюваності. При цьому будується проста модель з двома станами, відповідної ординарної і епідемічної ситуації. Розробка і аналіз байєсових мереж і ПММ виконуються з використанням спеціалізованого програмного забезпечення [11].

2.2.2 Штучні нейронні мережі

Важливий представник методів, що спираються на машинне навчання – методологія ШНМ широко відома і добре підходить для вирішення завдань, аналітичне дослідження яких важке. ШНМ є спрямований зважений граф, вершини якого моделюють функціонування біологічних нейронів. Вершини приймають вхідні сигнали і при досить

великому значенні їх зваженої суми перетворюють їх в вихідний сигнал [11]. Навчання ШНМ полягає в обчисленні коефіцієнтів зв'язків між вершинами, що визначають силу сигналів, що входять, і виконується на основі емпіричних даних: статистики захворюваності і при наявності, значень факторів, що її зумовлюють. Мета навчання ШНМ – визначення явних і неявних залежностей між вхідними та вихідними даними. Показники захворюваності, як правило, зашумлені, тому для навчання ШНМ потрібно порівняно велика їх кількість. Достатню для довгострокового прогнозування передісторію захворюваності ще тільки належить накопичити, тому поки ШНМ підходять скоріше для прогнозування на малі терміни [12].

2.2.3 Міркування на основі прецедентів

Міркування на основі прецедентів (case-based reasoning) – сімейство методів, які використовуються не тільки при прогнозуванні. Вони базуються на ідеї пошуку відповіді на поставлене завдання серед уже відомих способів її рішення [11].

Стосовно до задачі прогнозування захворюваності цей підхід називають методом аналогій. Метод аналогій спочатку був розроблений для побудови прогнозу погоди. Він зводиться до пошуку серед накопиченої історії спостережень епідемічних ситуацій, близьких до ситуації, що до теперішнього часу, і побудови прогнозу, виходячи з наслідків цих ситуацій.

Метод аналогій розрахований, перш за все, на короткострокове прогнозування і не передбачає врахування впливу на захворюваність зовнішніх факторів. Використання його для середніх і великих термінів прогнозування зажадало б величезних масивів статистики, а також більш складної метрики, що враховує як мінімум ефекти старіння інформації. Але навіть при їх наявності пошук дійсно близьких ситуацій буде скрутний, а будь-які відмінності будуть відображатися на точності проєкцій. На відміну

від всіх раніше перерахованих технік, в літературі метод аналогій зустрічається порівняно рідко [12].

2.3 Прогнозування на базі фільтрації

Будь-які тимчасові ряди захворюваності можна розглядати як випадковий процес, що складається з сигналу, який відображає реальну епідемічну обстановку, і високочастотного шуму. Фільтрація шуму дозволяє уточнити прогноз і може виконуватися як в ході попередньої обробки вихідних даних, так і в складі самого алгоритму прогнозування. Виділяють Вейвлет-декомпозицію та фільтр Калмана [12].

Вейвлет-декомпозиція зазвичай застосовується спільно з іншими техніками прогнозування, але існують і самостійні підходи, безпосередньо що базується на ідеї фільтрації, формула (2.3) [11].

$$y_t = \sum_{k=1}^n a_k \phi(t-k) + \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^m d_{j,k} \psi(2^j t - k), \quad (2.3)$$

де a_k – відмасштабований сигнал в момент часу k ;

$d_{j,k}$ – деталізує коефіцієнт;

n і m – цілі числа.

Фільтрація досягається за рахунок обмеження безлічі значень коефіцієнтів розкладання.

Фільтр Калмана – це така форма запису, яка дозволяє запропонувати узагальнені моделі поширення захворювання. Для формування прогнозу можуть застосовуватися методи теорії регулювання, зокрема фільтри Калмана широко використовуються в інженерних і економічних додатках, але, за рідкісним винятком поки не застосовуються в області епідеміологічного нагляду, формула (2.4) [12].

$$x_t = Ax_{t-1} + w_t, \quad y_t = Hx_t + Df_t + v_t, \quad (2.4)$$

де x_t – вектор змінних стану системи в момент часу t ;

y_t – вектор спостережень;

f_t – вектор значень зовнішніх факторів;

w_t і v_t – білий шум.

Матриці параметрів A , H , D визначають модель епідемічного процесу і вибираються виходячи з розв'язуваної задачі – короткострокове або довгострокове прогнозування.

2.4 Математичне моделювання поширення інфекції

Аналітичні моделі поширення захворювання – класичні моделі, що описують динаміку поширення інфекції за допомогою систем диференціальних рівнянь. У таких моделях досліджувану популяцію розбивають на групи, наприклад, на здорових (S – susceptible), хворих (I – infectious) і людей, які видужали (R – recovered). Моделі типу SIR спираються на аналогію між контактами людей у великій популяції і законом діючих мас в хімічній кінетиці, формула (2.5).

$$\frac{dS(t)}{dt} = -\alpha S(t)I(t), \quad \frac{dI(t)}{dt} = \alpha S(t)I(t) - \beta I(t), \quad \frac{dR(t)}{dt} = \beta I(t), \quad (2.5)$$

де α – ймовірність передачі інфекції;

$1/\beta$ – тривалість заразливого періоду.

Залежно від розв'язуваної задачі і особливостей інфекції можуть виділятися різні категорії людей, часто враховують індивідів із захворюванням в інкубаційному періоді (E – exposed), вакцинованих індивідів (V – vaccinated), вікові групи населення.

Імітаційні моделі поширення захворювання. Перевагою моделей, що базуються на апараті диференціальних рівнянь, є можливість їх аналітичного дослідження. Проте для всіх таких моделей характерно ще одне припущення – характеристики і поведінку всіх індивідів, віднесених до однієї підгрупи, вважаються однаковими [13].

Всі розглянуті методи, можуть вживатися при аналізі і прогнозуванні показників інфекційної захворюваності, не інфекційних захворювань і навіть смертності. Більш того, вони підходять майже для будь-яких часових рядів біологічного характеру і не тільки (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Порівняння методів

Метод	Короткострокове прогнозування	Середньострокове і довгострокове прогнозування
Поточечна оцінка	—	+
Неадаптивні регресивні моделі	—	+
Адаптивні регресивні моделі	+	+
Моделі авторегресії – проінтегровані змінними	+	+
Динамічні байєсові мережі	+	—
Штучні нейронні мережі	+	—
Міркування на основі прецедентів	+	—
Узагальнене експоненціальне згладжування	+	+
Калманівська фільтрація	+	+
Математичні моделі розповсюдження захворювань	+	+

На основі отриманих даних по школі відносно стану учнів та вчителів, їх перебування по території школи необхідно зробити прогноз поширення Covid-19.

2.5 Алгоритми сортування в базі даних

Іноді дані, які ми зберігаємо або отримуємо в результаті, не впорядковані. Це ускладнює їх обробку і використання. Але якщо наявні дані впорядкувати за якимось принципом і помістити в упорядкований список, робота з ними стане набагато ефективніше. Тут нам на допомогу приходять алгоритми сортування. Вони широко застосовуються, наприклад, при написанні пошукових систем і в роботі з базами даних [14].

Алгоритмів сортування досить багато. До найпоширеніших можна віднести сортування вибором, бульбашкою, перемішуванням, вставками, злиттям. Всі ці алгоритми відрізняються підходами до впорядкування елементів в списках і, як наслідок цього, швидкістю роботи в різних ситуаціях.

Для досягнення максимальної швидкості потрібно вибирати найбільш підходящі для заданих умов алгоритми. Швидкодія (тимчасова складність) найпоширеніших алгоритмів, виміряна і виражена в формулах (для найкращого, найгіршого і середнього випадків) (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Складність алгоритмів сортування [15]

Алгоритм	Найкращий випадок	Середній випадок	Найгірший випадок
1	2	3	4
Швидке сортування	$O(n \log(n))$	$O(n \log(n))$	$O(n^2)$
Злиття	$O(n \log(n))$	$O(n \log(n))$	$O(n \log(n))$
Пірамідальне сортування	$O(n \log(n))$	$O(n \log(n))$	$O(n \log(n))$
Сортування бульбашкою	$O(n)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
Сортування вставкою	$O(n)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$
Сортування вибором	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$
Порозрядне сортування	$O(nk)$	$O(nk)$	$O(nk)$

Де $O(n)$ – лінійна складність, якою володіють, алгоритми пошуку найбільшого елемента в НЕ відсортованому масиві. Необхідно переглянути всі n елементів масиву, щоб зрозуміти, який з них максимальний.

$O(\log n)$ – логарифмічна складність або бінарний пошук. Якщо масив відсортований, можна перевірити, чи є в ньому якесь конкретне значення, шляхом розподілу навпіл. Перевіряється середній елемент, якщо він більше шуканого, то відкидається друга половину масиву - там його точно немає. Якщо ж менше, то навпаки - відкидається початкова половину. І так продовжується поділ навпіл, в результаті перевіряється $\log n$ елементів.

$O(n^2)$ – квадратична складність. У канонічній реалізації він вдає із себе два вкладених цикли: один, щоб проходити по всьому масиву, а другий, щоб знаходити місце чергового елемента в уже відсортованій частини.

При проектуванні програмної реалізації необхідно зробити сортування для визначення кількості заражених відносно різних чинників.

3 РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМИ

Для проведення моніторингу поширення COVID-19 дані про школярів та вчителів повинні зберігатися таким чином, щоб була можливість обміну ними. Через це було використано драйвера локальної бази. Переважною характеристикою програмної реалізації буде організація моніторингу даних різних користувачів та прогнозування поширення інфекції. Це може бути здійснено як з даного застосунку, так і з використанням сторонніх інструментів.

При проєктуванні бази даних слід враховувати, що дослідження проводиться для середньої школи. Таким чином, весь склад школи можна умовно розділити на учнів та персонал, від цього залежить як саме вони будуть взаємодіяти між собою.

Школярів можна розділити на старшу школу та молодшу школу, найчастіше вони знаходяться в різних корпусах.

Згідно постанови МОЗ учні, крім молодшої школи, повинні мати при собі засоби індивідуального захисту. Також учні, кожного ранку повинні проходити температурний скринінг.

Таким чином, база повинна містити інформацію перш за все про результати скринінгу та наявність засобів індивідуального захисту.

В кожній школі є місця з підвищеним ризиком зараження, а саме їдальня, спортзал, кабінети, актові зали. Тому необхідно виділити сутність, яка б містила ці приміщення.

На основі даних вимог були виділені наступні сутності:

- персонал;
- учні;
- школа;
- клас;
- приміщення;

– стан.

Інтерфейс повинен забезпечувати можливість обрання необхідної категорії ураження та інформацію про вчителів, школярів, їх стан, відвідування приміщень підвищеного ризику.

Оскільки інформацію про стан учнів та вчителів вносять в БД вчителі, потреби в авторизації користувачів не має.

3.1 Вхідні та вихідні дані

Вхідна інформація являє собою інформацію про вчителів, учнів, стан, приміщення, а також звіти.

Кожен запис в таблиці вчителів має:

- ПІБ;
- клас в якому викладає;
- приміщення;
- стан.

Кожен запис в таблиці учнів має:

- ПІБ;
- клас;
- приміщення;
- стан.

Кожен запис в таблиці приміщення містить:

- назва приміщення;
- номер.

Кожен запис в таблиці стан містить:

- результати температурного скринінгу;
- наявність засобів індивідуального захисту;
- дата.

Вихідна інформація являє собою сукупність структурованих даних, які були введені вчителем. Таким чином, реалізація надає змогу вводити та

переглядати данні. При створенні застосування були розроблені логічна модель та фізична модель.

3.2 Логічна модель

Логічна модель даних складається з таких сутностей:

- персонал;
- учні;
- школа;
- клас;
- приміщення;
- стан.

Сутність «вчителі» включає всю інформацію про стан вчителя, його переміщення згідно уроків та проведення часу в приміщеннях підвищеного ризику зараження.

Сутність «учні» визначає інформацію про учня його клас, його стан та в яких приміщеннях він перебуває протягом дня. Учень може відвідувати фізкультуру, мати вади здоров'я, ходити на обід, таким чином перебувати в приміщеннях підвищеного ризику зараження, тому сутність «приміщення» утворює з сутністю «учні» зв'язок «один-до-багатьох».

Сутність «клас» описує інформацію про те в якому класі знаходиться учень. Оскільки один учень може бути тільки в одному класі, то сутність «клас» утворює зв'язок «один-до-одного» з сутністю «учні».

Сутність «приміщення» містить всю інформацію про приміщення школи. Всі учні та вчителі можуть відвідувати будь-які приміщення безліч раз. Тому сутність «приміщення» утворює з сутністю «учні» та «вчителі» зв'язок «багато-до багатьох».

Сутність «стан» визначає інформацію про стан відвідувачів школи. Протягом дня вся учні та вчителі можуть мати різну температуру та мати,

або не мати засоби індивідуального захисту. Отже, «стан» утворює з сутністю «учень» зв'язок «один-до-багатьох».

Відповідно до обраних сутностей була побудована схема варіантів взаємодії (рис. 3.1) та модель БД (рис. 3.2).

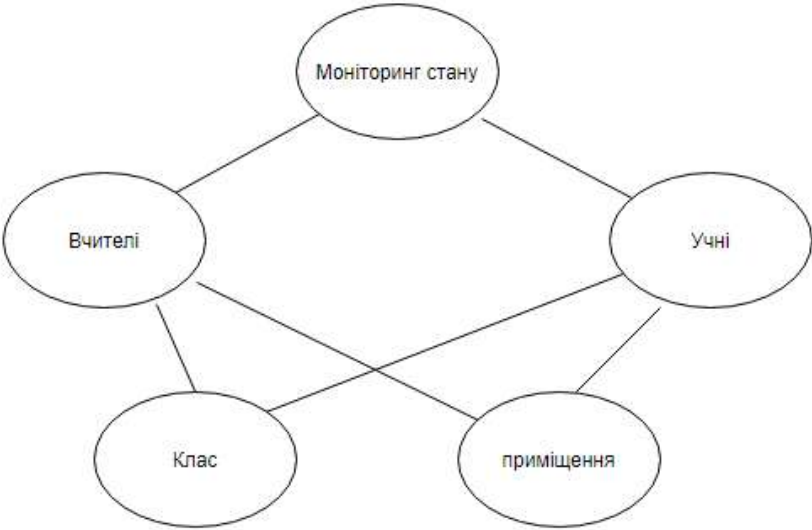


Рисунок 3.1 - Схема варіантів взаємодії

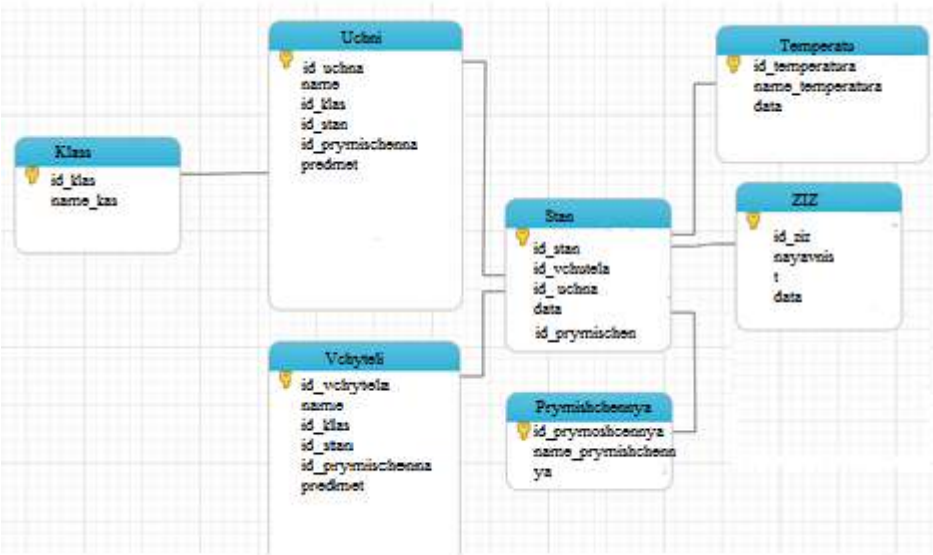


Рисунок 3.2 – Модель БД

3.3 Фізична модель

Відносини, розроблені на стадії формування логічної моделі даних, перетворюються в наступні таблиці: VCHYTEL, UCHEN, STAN, CLASS, PRYMISHCHENNYA, TEMPERATURA, ZIZ.

Унікальні індекси були визначені для наступних полів таблиць: VCHYTEL (ID_ VCHYTELA), UCHEN, (ID_ UCHENA,), STAN (ID_ STANU), CLASS (ID_ CLASSU), PRYMISHCHENNYA (ID_ PRYMISHCHENNYA), TEMPERATURA (ID_ TEMPERATURA), ZIZ (ID_ ZIZ).

У БД необхідний контроль за введеними даними. Основна частина виконуються програмно, тобто є обмеження введення даних, наприклад для певних стовпців є можливість лише вибрати варіант з наведених. Однак також були проведені дії щодо контролю даних і за рахунок СУБД. Обмеження, наявні в логічної моделі даних, реалізовані за допомогою тригерів для наступних полів таблиць: VCHYTEL (перевіряється поле STAN, при додаванні нового запису скринінгу), UCHEN (перевіряє поле NO_ PRYMISHCHENNYA).

Після побудованої БД було спроектовано архітектуру засобу. Головна сторінка представлена на рисунку 3.3.

Система складається з основних вкладок: головна, статистика, учні, вчителі, класи, новини та вхід до системи.

У вкладці головна можна побачити привітання та стартову сторінку.

Вкладки учні та вчителі дають змогу переглянути списки вчителів та учнів.

В розділі статистика містяться засоби для моніторингу, можна переглянути дані у вигляді графіків або таблиць про стан поширення COVID-19 загалом або залежно від факторів впливу.

В розділі новини можна побачити останню інформацію про хворих або інфікованих (рис. 3.4).

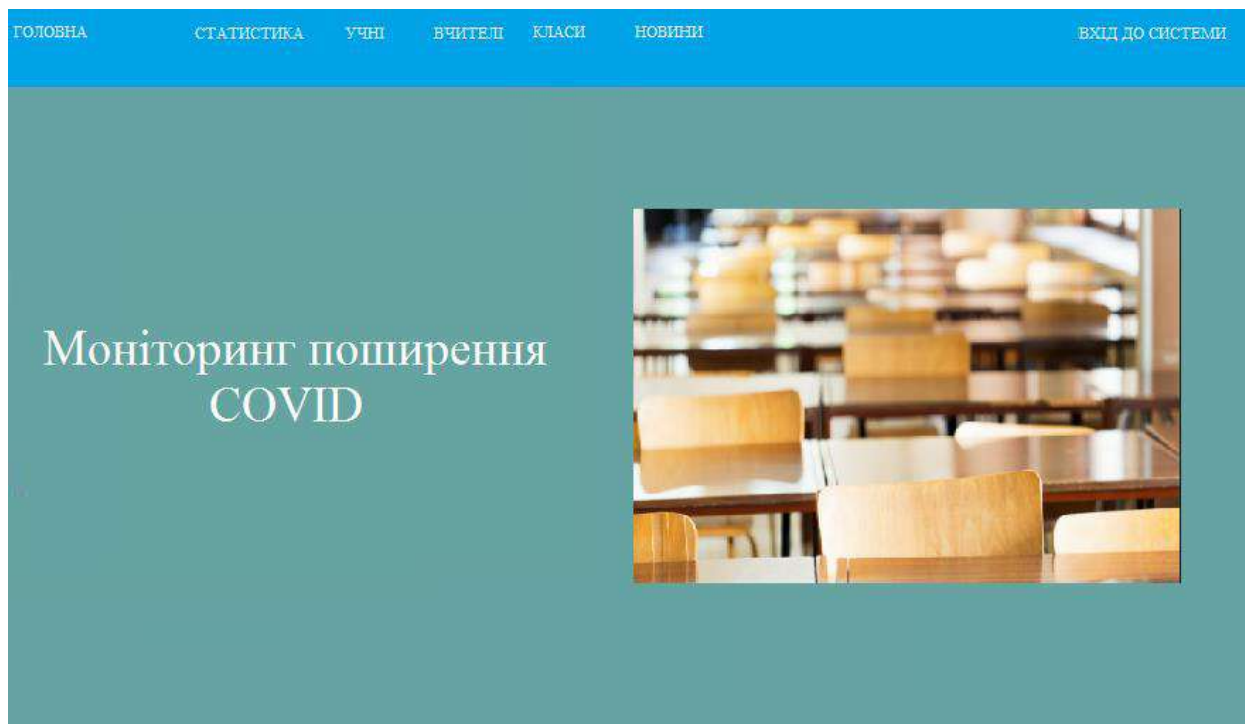


Рисунок 3.3 – Головна сторінка застосування

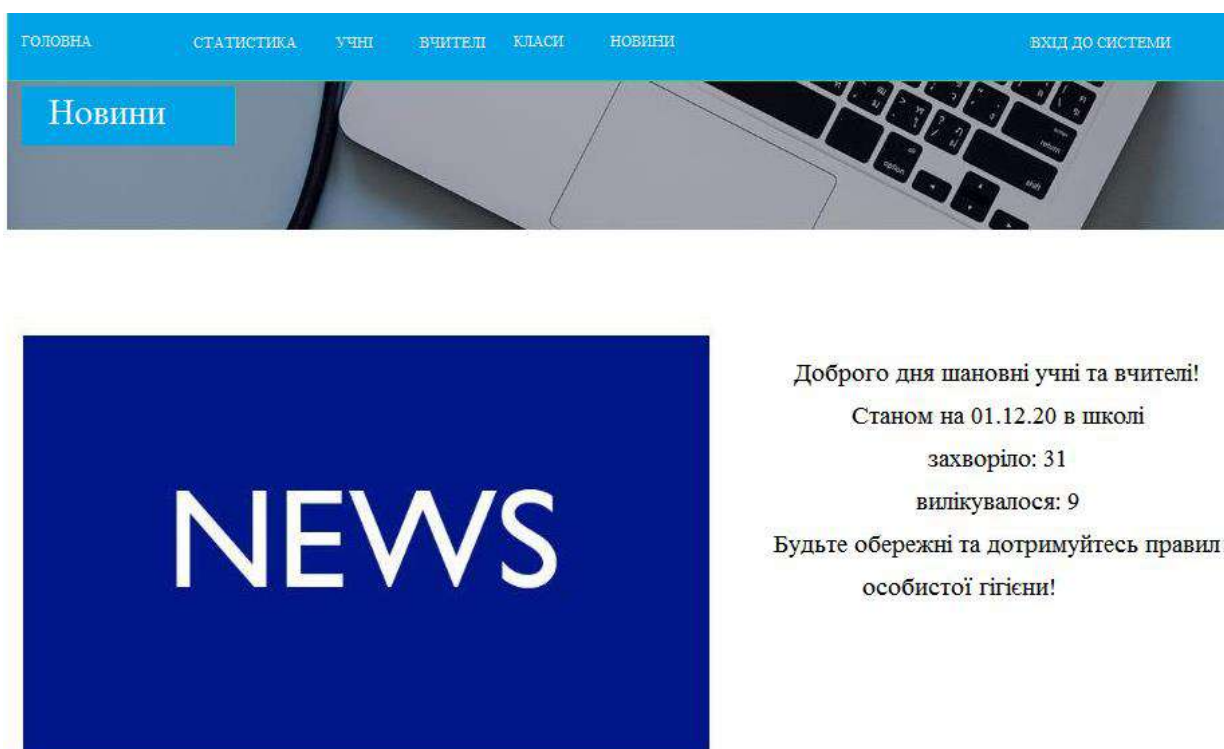


Рисунок 3.4 – Меню новини

3.4 Вибір і обґрунтування вибору середовища розробки

Для виконання моніторингу поширення захворювання, потрібні потужні засоби для доступу до даних БД, та сумісність з мовою програмування Python для розроблення застосування. Таким чином, проведений пошук серед інструментів для розроблення, таких як Microsoft Visual Studio, Builder, Embarcadero C++. Qt Creator 2.0.1, заснований на Qt версії 4.7.0. Через сумісність з Python та великий вибір можливостей перевагу віддано Qt Creator [17].

Qt Creator дозволить запускати програмну реалізацію в більшості операційних систем шляхом простої компіляції програми для кожної системи без зміни вихідного коду. Включає в себе всі основні класи, які необхідні при розробці програмного забезпечення. Qt є об'єктно-орієнтованим, легко розширюваним, підтримує техніку компонентного програмування.

Бібліотека розділена на кілька модулів [17]:

- QtGui – компоненти графічного інтерфейсу;
- QtCore – класи ядра бібліотеки, які використовуються іншими модулями;
- QtNetwork – набір класів мережевого програмування та підтримка різних високорівневих протоколів може змінюватися від версії до версії;
- QtScript – класи роботи з Qt Scripts;
- QSql – набір класів роботи з базами даних з використанням мови структурованих запитів SQL;
- QtOpenGL – набір класів для роботи з OpenGL;
- QSqlDriver – абстрактного класу, який реалізується для конкретної бази даних і може вимагати для компіляції SDK бази даних;
- QtSvg – класи відображення і роботи з даними Scalable Vector Graphics (SVG);
- QtXml – модуль роботи з XML, підтримується SAX і DOM моделі роботи;

- QtSvg – класи відображення і роботи з даними Scalable Vector Graphics (SVG);
- QtAssistant – довідкова система;
- QtDesigner – класи створення розширень QtDesigner'a для своїх власних віджетів;
- QtUiTools – класи обробки в додатку форм Qt Designer;
- QtWebKit – модуль WebKit, інтегрований в Qt і доступний через її класи;
- Qt3Support – модуль з класами, необхідними для сумісності з бібліотекою Qt версії 3.x.x;
- QTest – модуль роботи з UNIT тестами;
- QtXmlPatterns – модуль підтримки XQuery 1.0 і XPath 2.0;
- QtCLucene – модуль підтримки повнотекстового пошуку, застосовується в новій версії Assistant в Qt 4.4;
- ActiveQt – модуль роботи з ActiveX і COM технологіями для Qt-розробників під Windows;
- Phonon – модуль підтримки відтворення і запису відео і аудіо, як локально, так і з пристроїв і по мережі;
- QtDeclarative – модуль, що надає декларативний фреймворк для створення динамічних, налаштовує призначених для користувача інтерфейсів.

Бібліотека Pandas мови Python дозволяє з легкістю маніпулювати вихідними даними і аналізувати їх. Використання пакета Pandas дає широкі можливості при роботі з електронними таблицями.

Також в Qt реалізована технологія widgets on canvas, яка дає змогу використовувати віджети бібліотеки Qt в аплетах. Забезпечує розташування віджетів на QGraphicsView з можливістю масштабування і різних графічних ефектів.

Бібліотека використовує власний формат проекту, який називається .pro файлом, в якому зібрана інформація про те, які файли будуть

скомпільовані, якими шляхами шукати заголовки та багато іншої інформації. Згодом за допомогою утиліти `qmake` з них виходять `makefile` для `make`-утиліти компілятора.

4 РОЗРОБКА ПРОГРАМИ

4.1 Сорткування даних

Для впорядкування даних та перетворення їх відповідно до заданих вимог необхідно застосувати алгоритм сорткування. Для визначення необхідного алгоритму проведемо порівняння.

Почнемо з самого простого алгоритму сорткування бульбашкою (Bubble Sort). Алгоритм виконує ітерації за списком, порівнюючи елементи попарно і змінюючи їх місцями, поки більші елементи не перестануть «спливати» до кінця списку, а більш дрібні елементи не будуть залишатися «знизу».

Таким чином, коли змінюються елементи, ми встановлюємо прапор в True, щоб повторити процес сорткування. Якщо перестановок не відбулося, прапор залишиться False, і алгоритм зупиниться. Для реалізації використовуємо наступний фрагмент.

Алгоритм працює в циклі while, перериваючись тільки тоді, коли ніякі елементи не міняються місцями. Спочатку ми встановили для swapped значення True, щоб алгоритм пройшов за списком хоча б один раз.

Сорткування вибором (Selection Sort) сегментує список на дві частини: відсортовані і несортовані. Він постійно видаляє найменший елемент з несортованого сегмента списку і додає його в відсортований сегмент. Для аналізу використовуємо наступний фрагмент.

В міру того як i збільшується, нам потрібно перевіряти все менше елементів.

Сорткування вставками (Insertion Sort) сегментує список на відсортовані і несортовані частини. Він перебирає несортований сегмент і вставляє проглядається елемент в правильну позицію відсортованого списку.

Пірамідальна сорткування (Heap Sort) сегментує список на відсортовані і несортовані частини. Він перетворює несортований сегмент списку в

структуру даних типу купа (heap), щоб ми могли ефективно визначити найбільший елемент.

Сортування злиттям (Merge Sort) розбиває список навпіл і продовжує розбивати список на пари, поки в ньому не будуть тільки поодинокі елементи. Сусідні елементи стають відсортованими парами, потім відсортовані пари об'єднуються і упорядковано з іншими парами. Цей процес триває до тих пір, поки ми не отримаємо відсортований список з усіма елементами несортоване списку.

Функція `merge_sort ()`, на відміну від попередніх алгоритмів сортування, повертає новий відсортований список, а не сортує існуючий список.

Швидке сортування (Quick Sort) при правильному налаштуванні він надзвичайно ефективний і не вимагає додаткового простору пам'яті як сортування злиттям. Ми поділяємо список навколо елемента точка опори, сортуючи значення навколо цієї точки.

Щоб зрозуміти, як швидко працюють розглянуті алгоритми, ми використаємо списки з бази даних та отримаємо дані для 5 різних графіків. Ось які результати ми отримали, час у секундах (табл. 4.1):

Таблиця 4.1 – Порівняння швидкості виконання алгоритму

№ п/п	Bubble	Selection	Insertion	Heap	Merge	Quick
1	5.53188	1.23152	1.60355	0.04006	0.02619	0.01639
2	4.92176	1.24728	1.59103	0.03999	0.02584	0.01661
3	4.91642	1.22440	1.59362	0.04407	0.02862	0.01646
4	5.15470	1.25053	1.63463	0.04128	0.02882	0.01860
5	4.95522	1.28987	1.617596	0.04515	0.03314	0.01885

Сортування бульбашкою (Bubble Sort) – найповільніший і найгірший з усіх алгоритмів. Хоча вона дуже корисний в якості введення в вивчення алгоритмів сортування, воно не підходить для практичного використання.

Швидке сортування виконується дуже швидко, майже в два рази швидше, ніж сортування злиттям, і для його роботи не потрібно багато пам'яті.

Сортування вставкою виконує набагато менше порівнянь, ніж сортування вибором, то зазвичай вона виконуються швидше, але в нашому тесті сортування вибором виконалася трохи швидше. Сортування вставкою робить набагато більше замінів, ніж сортування вибором.

Таким чином, виходячи з проведених досліджень, для оптимізації виконання програмного застосунку було прийнято рішення залишити алгоритм швидкого сортування.

4.2 Статистичний аналіз

Завантажити дані з SQL бази можна за допомогою функції `pd.read_sql`. `read_sql` автоматично перетворює стовпці SQL в стовпці `DataFrame`, `read_sql` приймає 2 аргументи: запит `SELECT`, і `connection`. Наприклад:

```
import MySQLdb
con = MySQLdb.connect(host="localhost", db="test")
```

Далі імпортуємо необхідні бібліотеки:

```
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
```

Застосовуємо статистичний аналіз до моніторингу даних:

```
data = pd.read_sql('/ Covid.sql ')
data.head()
```

Побудуємо таблицю спостережень (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Таблиця спостережень

Number	Class	School	All	Last Update	Confirmed	Recovered
1	5	Середня школа №86	22	01.12.20	3	1
2	6	Середня школа №86	22	01.12.20	1	1
3	7	Середня школа №86	20	01.12.20	7	2
4	8	Середня школа №86	52	01.12.20	5	1
5	9	Середня школа №86	63	01.12.20	10	3
6	10	Середня школа №86	21	01.12.20	2	1
7	11	Середня школа №86	30	01.12.20	0	0

Таким чином побудова таблиці буде виглядати наступним чином:

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
```

RangeIndex: 497 entries, 0 to 496

Data columns (total 7 columns):

Number 497 non-null int7

Class 497 non-null int11

School 497 non-null object

Last Update 497 non-null object

Confirmed 497 non-null float64

Recovered 497 non-null float64

dtypes: float64(3), int64(1), object(3)

memory usage: 27.3+ KB

Розрахунок метрик по числовим колонкам представлений в табл. 4.3.

Таблица 4.3 – Розрахунок метрик по числовим колонкам

	Number	All	Confirmed	Recovered
count	498	498	32	12
mean	246	246	16	6
min	1	1	0	0
25%	125	125	8	3
50%	249	249	16	6
max	498	498	32	12

Розрахунок метрик по нечисловим колонкам представлений в табл. 4.4. Вважаємо, що `data.describe(include = "O")`.

Таблица 4.4 - Розрахунок по нечисловим колонкам

	Class	School	Last Update
count	11	Середня школа №86	498
unique	11	Середня школа №86	30
top	9	Середня школа №86	01.12.20
freq	8	1	13

Перетворимо дані Last Update в datetime:

```
data['Last Update'] = pd.to_datetime(data['Last Update']).
```

Додаємо колонки Day и Hour:

```
data['Day'] = data['Last Update'].apply(lambda x:x.day)
```

```
data['Hour'] = data['Last Update'].apply(lambda x:x.hour).
```

Дані вибірки тільки за 3 грудня (табл. 4.5):

Таблиця 4.5 – Дані за певний період

Number	Class	School	Last Update	Confirmed	Recovered
1	5	Середня школа №86	03.12.20	4	1
2	6	Середня школа №86	03.12.20	1	1
3	7	Середня школа №86	03.12.20	7	2
4	8	Середня школа №86	03.12.20	7	3
5	9	Середня школа №86	03.12.20	11	4
6	10	Середня школа №86	03.12.20	2	1
7	11	Середня школа №86	03.12.20	1	0

З таблиці видно, що в Confirmed вже включені люди, зафіксовані у попередні дати. Зробимо статистику за весь період:

```
print('Підтверджені випадки (вся школа): ',
latest_data['Confirmed'].sum())
```

```
print('Вилікувалися (вся школа): ', latest_data['Recovered'].sum()).
```

Підтверджені випадки (вся школа): 33.

Вилікувалися (вся школа): 12.

Таким чином можна переглянути як поширюється вірус в школі за обраний період часу (рис. 4.1).

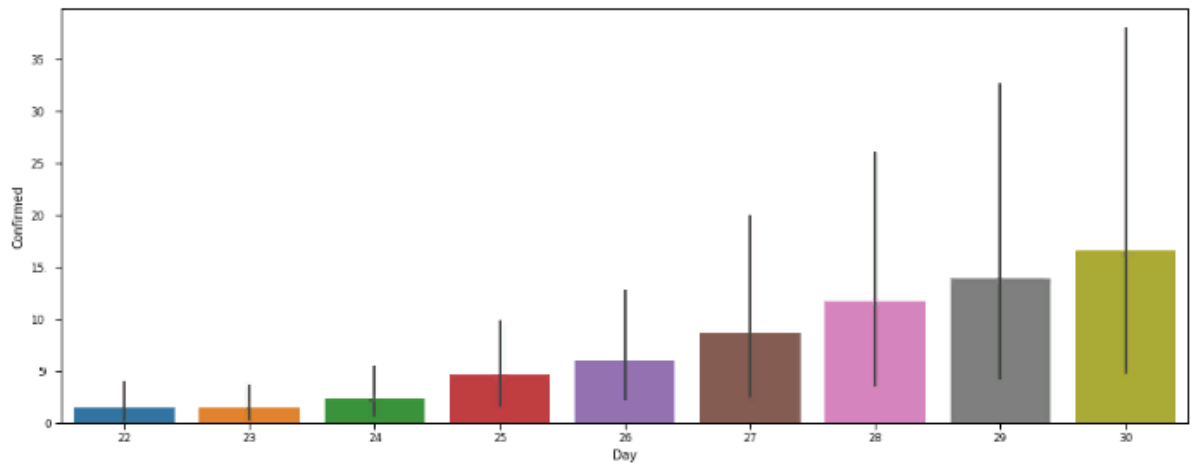


Рисунок 4.1 – Поширення вірусу за відрізок часу

За допомогою отриманих даних можна провести моніторинг даних за різними критеріями та провести прогноз розповсюдження Covid-19.

5 ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ТЕСТУВАННЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРАМИ

В результаті аналізу виділені фактори, які найбільш відчутно впливають на розповсюдження інфекційної хвороби, а саме були виділені приміщення з підвищеним ризиком зараження, тобто, місця де спостерігаються великі скупчення учнів та вчителів.

Розроблена математична модель, яка описує процес розповсюдження інфекційного захворювання в школі, формула 5.1.

$$Y = S + \sum_{i=1} a_i x_i, \quad (5.1)$$

де Y – показник поширення;

S – фіксована величина, яка залежить від приміщення;

x_i – незалежна змінна (наприклад, клас);

a_i – коефіцієнт, який показує вплив параметра x_i на показник поширення.

Для проведення моніторингу необхідно перейти на вкладку «Статистика». В меню представлений аналіз в залежності від ризику рис.5.1.

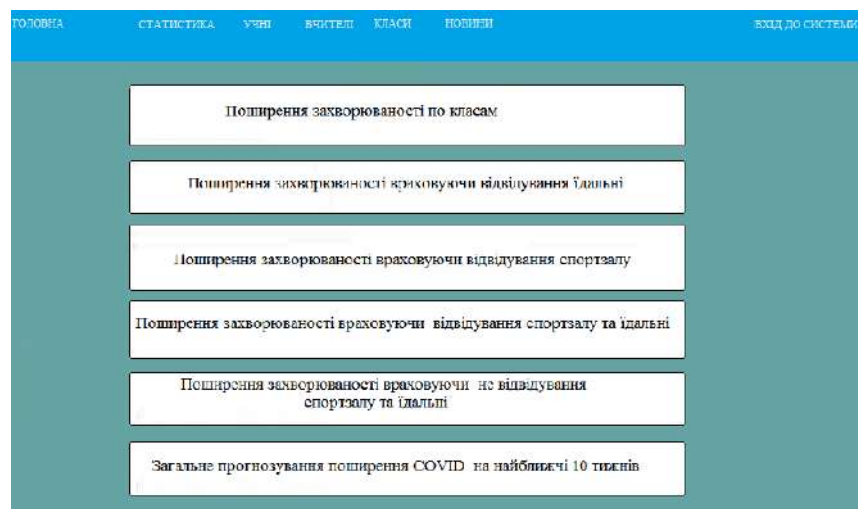


Рисунок 5.1 – Вкладка «Статистика»

Далі виведемо графік рівня захворюваності по класам, з нього видно, що йде активний приріст хворих, більше серед учнів старшої школи (рис. 5.2). Це обумовлено тим що учні старших класів частіше змінюють кабінети та частіше бувають в приміщеннях підвищеного ризику зараження.

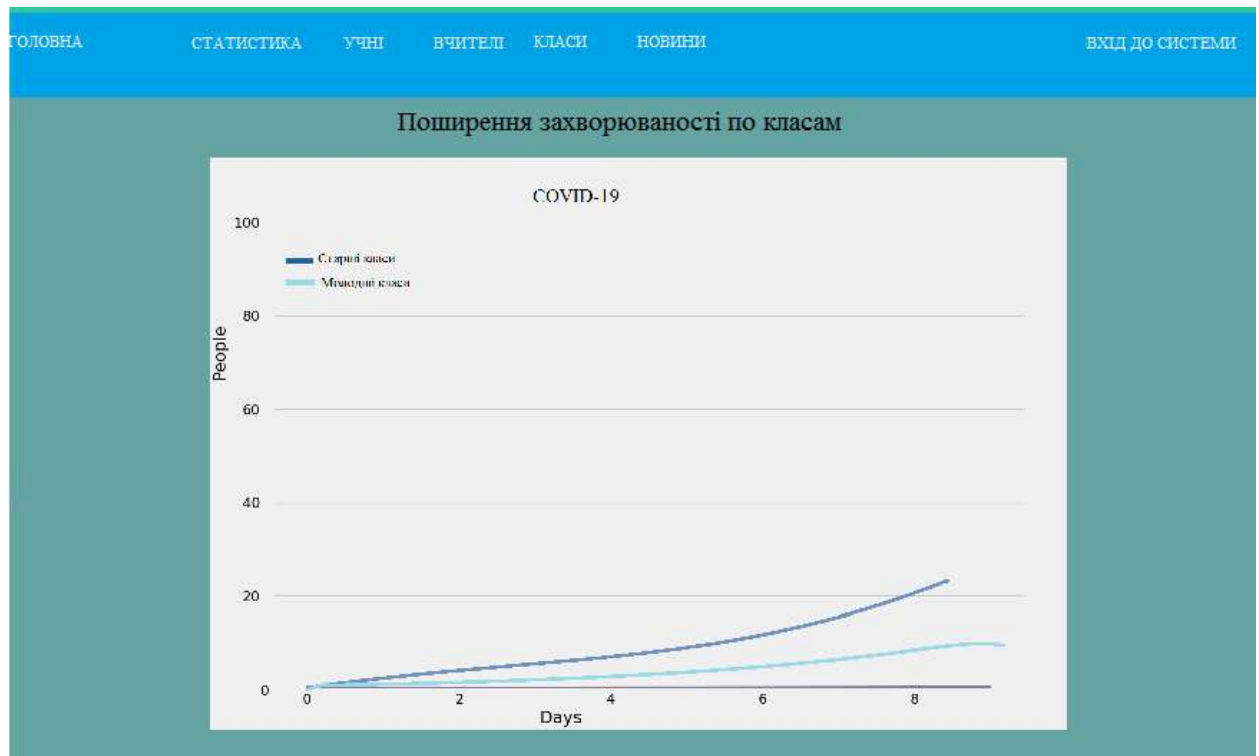


Рисунок 5.2 – Графік зараження по класам

На наступному графіку зображено рівень захворюваності враховуючи відвідування їдальні (рис. 5.3). З графіку видно, що вчителів захворіло значно менше. Це обумовлено тим що вчителі мають змогу відвідувати їдальню у час, коли учні на уроках, тобто вони зменшують своє перебування в приміщеннях підвищеного ризику зараження, та уникають великого скупчення людей.

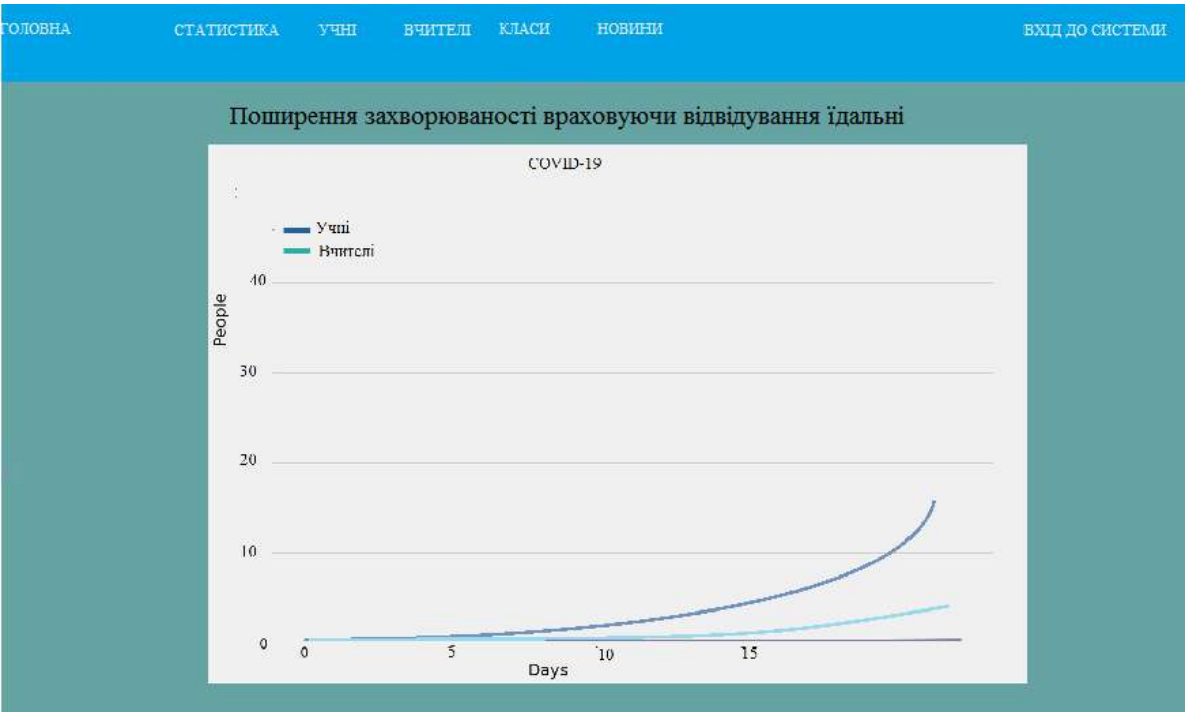


Рисунок 5.3 – Графік зараження за відвідуванням їдальні

На наступному графіку залежність від відвідування спортзалу (рис. 5.4). Залежність знову показує вразливість учнів. В кожному класі не менше 20 чоловік в той час як вчитель на клас один.

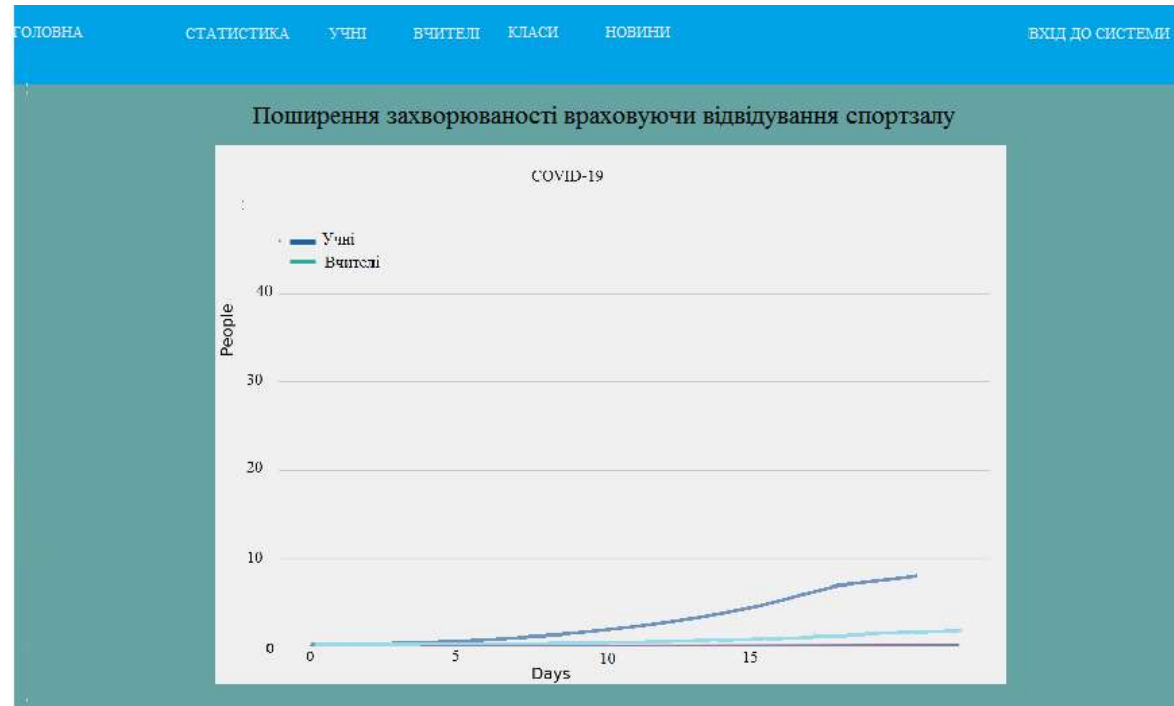


Рисунок 5.4 – Графік зараження за відвідуванням спортзалу

Також було проаналізовано рівень поширення інфекції при умові, що учні відвідували їдальню та спортзал разом (рис. 5.5). Та розглянуто яким чином будуть виглядати криві якщо учні не відвідують приміщення з підвищеними ризиком зараження (рис. 5.6).

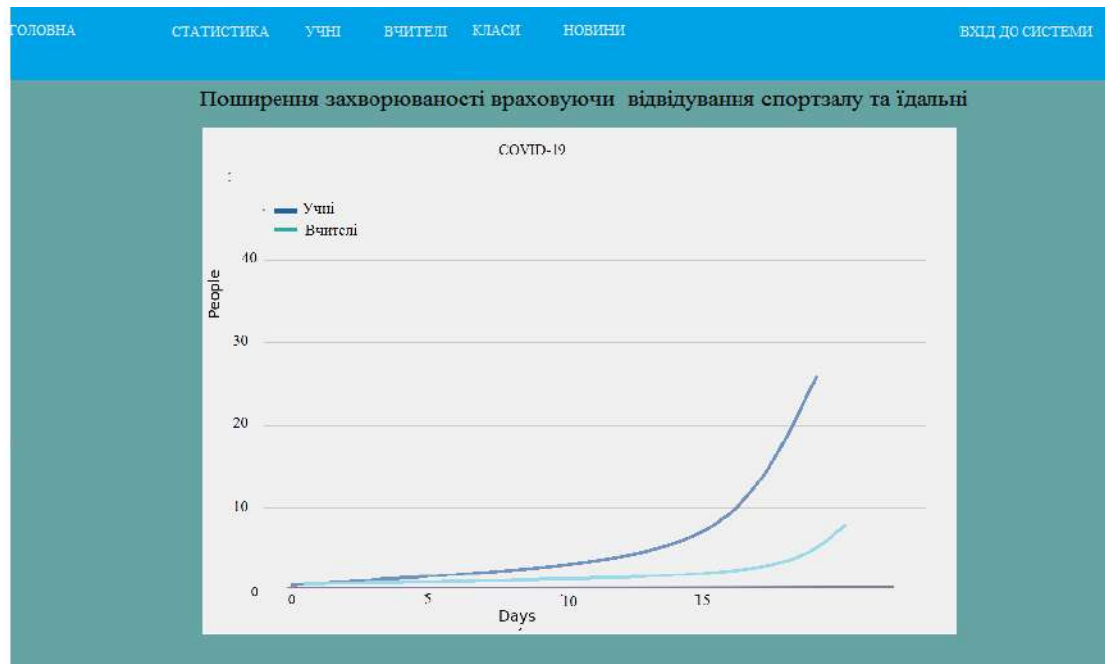


Рисунок 5.5 – Графік зараження за відвідуванням спортзалу та їдальні

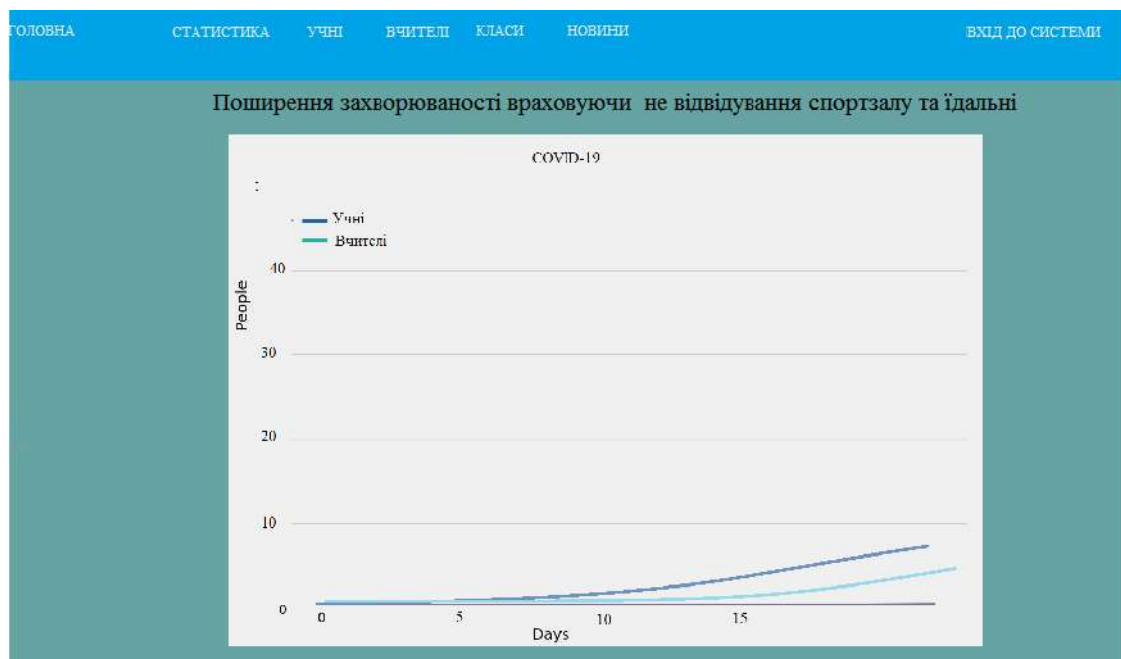


Рисунок 5.6 – Графік зараження при не відвідуванні спортзалу та їдальні

Після проведення аналізу тенденції до зараження вчителів та учнів можна провести прогноз на найближчий час. Для прогнозу використаємо метод статичного аналізу. Результати прогнозу показані на наступному графіку.

Після отримання поточних результатів та дослідження залежності поширення Covid-19 необхідно провести прогнозування поширення на найближчі 10 тижнів (рис. 5.7).

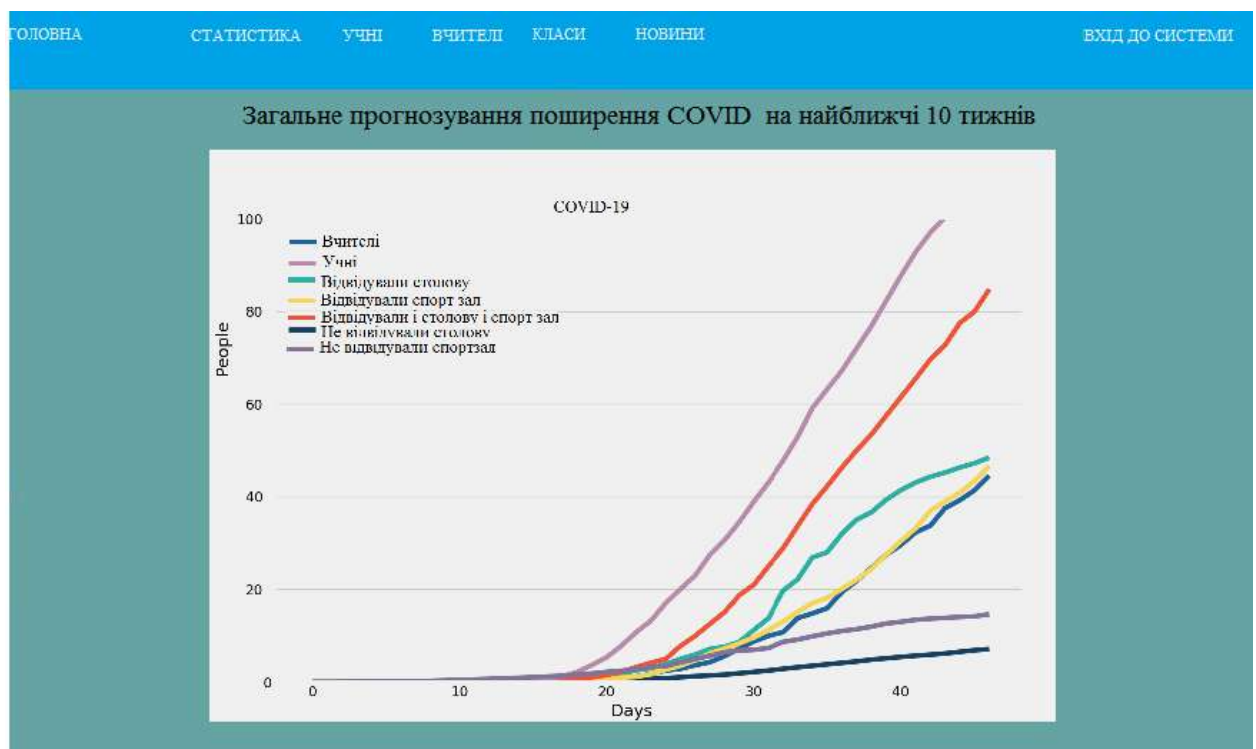


Рисунок 5.7 – Загальне прогнозування поширення COVID на найближчі 10 тижнів

Таким чином було розроблено засіб для моніторингу та прогнозування поширення Covid-19.

6 ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

6.1 Маркетинговий аналіз

6.1.1 Ідея створення програмного продукту

У проекті проводиться дослідження та програмна реалізація методів моніторингу поширення COVID-19 в середній школі.

Ідея розробки полягає в систематизації та автоматизації збору інформації, обробки та аналізу даних про поширення COVID-19 в середній школі, яка подана в табл. 6.1 [18].

Таблиця 6.1 – Опис ідеї

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для споживачів (користувачів)
Систематизація та автоматизація збору інформації, обробки та аналізу даних про поширення COVID-19	Середні школи	Своєчасний перехід до змішаного або дистанційного навчання
	Дитячі садки	Корегування наповненості груп та робочого графіку вихователів
	Підприємства з чисельністю працівників більше 500	Мінімізація втрат від проведення карантинних заходів

Програмний продукт може використовуватись не тільки в закладах середньої освіти. Інші заклади освіти, які мають подібну структуру та організацію учбового процесу, теж можуть використовувати цю програму. Комерційні підприємства, при адаптації програми до умов внутрішнього розпорядку, теж з успіхом можуть користуватись цим застосунком.

Своєчасне реагування адміністрації на появу хворих осіб наразі найважливіше в організації робочого процесу. Середні школи отримують можливість швидко збирати та аналізувати інформацію про хворих на COVID-19, та своєчасно вводити змішане чи дистанційне навчання. Це дає змогу завчасно корегувати робочий час, якщо навчання відбувається у дві

зміни, розклад уроків та графік заміни. Інші заклади освіти, дитсадки, можуть завчасно корегувати робочі зміни вихователів та наповненість груп. Для комерційних підприємств з великою кількістю працівників застосунок дасть змогу керівництву підлаштовувати робочі графіки працівників, зміни бригад, виконання планів виробництва.

В команду по створенню програмного забезпечення входять: програміст – інженер-електронік середньої школи; консультант – завуч з виховної роботи середньої школи.

В зв'язку з пандемією COVID-19 в світі, наша держава ввела та постійно замінює запобіжні заходи до громадян, підприємств і установ. Тому облік хворих є COVID-19 та контактних є актуальним та новаторським. Програмне забезпечення допоможе адміністрації своєчасно отримувати актуальну інформацію про кількість хворих. Ціль проекту розробка застосунку, який відповідає всім вимогам. Задача – автоматизувати обробку інформації щодо хворих.

Початок роботи над проектом 7 жовтня 2020 року, завершення 4 грудня 2020 року, що складає 42 робочих днів. Проект поділений на етапи:

- дослідження вимог до проєктованого продукту (5 днів);
- вибір інструментів проєктування, дослідження існуючих рішень (3 дні);
- проєктування загальної структури програми (3 дні);
- розробка схеми функціонування програми (2 дні);
- створення програмного коду (18 днів);
- тестування та налагодження програмного продукту (8 днів);
- складання програмної документації (3 дні).

Розробка повинна враховувати всі норми та обмеження діючого законодавства з запобігання розповсюдження COVID-19.

Застосунок планується розповсюдити по закладам середньої освіти. В місті Запоріжжя, згідно даних ІСУО таких установ 119, по області 604, а по Україні 17 161.

6.1.2 Аналіз ринкових можливостей запуску реалізації ідеї

Основними споживачами застосунку є заклади середньої освіти. В нових умовах праці, через пандемію COVID-19, адміністрація закладів потребує автоматизації обліку хворих. Тому потенційно всі школи зацікавлені в придбанні програми. Проблема аналізу та обліку хворих постала перед закладами освіти тільки в вересні цього року. Міністерство освіти України видало рекомендації школам, щодо проведення навчального процесу в умовах пандемії, але не надало інструментів. Всі розрахунки ведуться вручну. Наразі подібних розробок на ринку не існує. Кількість хворих збільшується, що веде до перенавантаження адміністрації. Однак в системі освіти наявний деякий супротив введенню інформаційних технологій. Також особливістю розвитку ринку є одноосібне прийняття рішення про запровадження застосунку керівником закладу освіти (табл. 6.2). Полегшує просування продукту відсутність особливих вимог стандартизації чи необхідності сертифікації.

Таблиця 6.2 – Попередня характеристика потенційного ринку

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Головні конкуренти	Відсутні
2	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
3	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Супротив керівників нововведенням (прийняття рішення виключно керівником)
4	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Відсутні

Найголовнішим фактором вдалої реалізації проекту є якнайшвидший вихід програмного продукту на ринок, та старт продажу.

6.1.3 Потенційні групи клієнтів, їх характеристики

Проаналізувавши ринок, виявлено дві основні групи потенційних клієнтів: заклади освіти, комерційні підприємства. Вони відрізняються потребами, поведінкою на ринку та вимогами до продукту. Заклади освіти шукають більш функціональну програму, а комерційні підприємства – дешевшу. Вимоги закладів освіти до продукту – простота впровадження, масштабованість, швидкість, а комерційних підприємств – якість та масштабованість. Результати аналізу зведено до табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Попередня характеристика потенційних клієнтів

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів (користувачів)
1	Облік хворих	Заклади освіти	Функціональність	Простота впровадження, масштабованість, швидкість
2	Зменшення трудозатрат	Комерційні підприємства	Ціна	Якість, масштабованість

6.1.4 SWOT-аналіз

SWOT-аналіз середовища реалізації інноваційного проекту може допомогти організації побачити та оцінити всі чинники, що впливають на прийняття рішень, а також визначити можливості розвитку [19].

На основі отриманих даних можна визначити стратегії, які можна використовувати для успішного просування продукту на ринку (табл. 6.4).

Таблиця 6.4 – SWOT-аналіз

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
- інновація; - масштабованість; - досвід співпраці з освітою;	- недовіра державних установ; - відсутність фахівців в освітніх закладах;
Можливості:	Загрози:
- відсутність конкуренції; - попит на автоматизацію обліку; - мінімальні інвестиції;	- поява конкурентів; - відсутність державної підтримки інформатизації шкіл.

Отже, можна відзначити, що на даному етапі розвитку переважною є стратегія захоплення позицій на ринку Запоріжжя та області. Потрібно зацікавити районні адміністрації перевагами застосунку, для отримання позитивних відгуків про продукт для виходу на нові регіональні ринки. Конкурентна перевага може бути досягнута пропозицією споживачам продукту в повній мірі задовольняючого вимогам покупців цільової групи.

6.1.5 Ринкова стратегія проекту

Розробка ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів. Для отримання продаж необхідно визначити цільову аудиторію та групу потенційних споживачів (табл. 6.5) [20]. Аналіз груп дає можливість сформулювати стратегію охоплення ринку для виходу на нього.

За результатами аналізу потенційних груп споживачів обрано цільову групу – заклади освіти, для якої буде пропонуватися розробка. Також стратегією охоплення ринку обрано стратегію концентрованого маркетингу, яка є ефективною насамперед для невеликих чи спеціалізованих підприємств [20].

Таблиця 6.5 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Заклади освіти	Готові	Зростаючий	Відсутня	Проста
2	Комерційні підприємства	Не готові	Зростаючий	Слабка	Складна
Які цільові групи обрано: заклади освіти					

6.2 Економічний аналіз

6.2.1 Визначення витрат на оплату праці

Визначимо витрати на оплату праці та визначимо суму ЄСВ (табл. 6.6).

Початкові дані:

- час на розробку – 2 міс.;
- консультант працює – до 1 міс. із заробітною платою 7500 грн/міс.;
- програміст працює – 2 міс. із заробітною платою 5000 грн/міс.

Єдиний соціальний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування – це консолідований страховий внесок в Україні, збір якого здійснюється в системі загальнообов'язкового державного страхування в обов'язковому порядку та на регулярній основі. Роботодавці нараховують та сплачують ЄСВ за ставкою 22% [21].

Таблиця 6.6 – Склад, чисельність та фонд заробітної плати адмінперсоналу

Посада	Кіль- кість осіб	Посадовий оклад, грн	Кількість міс. роботи	Місячна заробітна плата, грн	Сумарна зарплата, грн	ЄСВ, грн
Консультант	1	7500	1	7500	7500	1650
Програміст	1	5000	2	5000	10000	2200
Разом	2	12500	X	12500	17500	3850

6.2.2 Визначення матеріальних витрат та вартість спожитих послуг

Матеріальні витрати на виробництво програмного продукту – це вартість витрачених матеріалів, малоцінних та швидкозношуваних предметів, а також матеріалів і МШП, витрачених на адміністративні, збутові та інші потреби. Матеріали, які знадобилися для розробки даної програми представлені в табл. 6.7.

Таблиця 6.7 – Витратні матеріали

Матеріальні витрати	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Папки	3	10	30
Файли	20	5	100
Папір формату А4	2	90	180
Ручка	4	10	40
Тонер для картриджа	1	120	120

Витрати на матеріали розраховуються за формулою за формулою (6.1):

$$M = \sum_{i=1}^n (\Pi_i \cdot N_i \cdot (1 + K_{\text{т.з.}}) - \Pi_{\text{ів}} \cdot N_{\text{ів}}), \quad (6.1)$$

де M – витрати на матеріали, покупні напівфабрикати і комплектуючі вироби, грн.;

$K_{\text{т.з.}}$ – коефіцієнт транспортно-заготівельних витрати (0,03 - 0,1);

Π_i – ціна i -го найменування матеріалу, напівфабрикату, комплектуючого, грн.;

N_i – потреба в i -му матеріалі, напівфабрикаті, комплектуючого;

$\Pi_{\text{ів}}$ – ціна поворотних відходів i -го найменування матеріалу, грн;

$N_{\text{ів}}$ – кількість зворотних відходів i -го найменування;

n – кількість найменувань матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих.

Розрахуємо витрати на матеріали:

$$M = 10 \times 3 \times (1 + 0,1) + 5 \times 20 \times (1 + 0,1) + 90 \times 2 \times (1 + 0,1) + 10 \times 4 \times (1 + 0,1) + 120 \times (1 + 0,1) = 517 \text{ грн.}$$

Разом витрати на матеріали склали 517 грн.

Так як розробка програмного забезпечення буде відбуватись в комп'ютерному класі закладу середньої освіти, то витрати на електроенергію, водопостачання, тепlopостачання, послуги інтернету сплачуються за договором в фіксованому розмірі 600 грн за весь період. Ці витрати потрібно віднести до загальновиробничих.

6.2.3 Визначення амортизації та відрахувань на поточний ремонт

Суму амортизаційних відрахувань визначають по формулі 6.2:

$$A = \frac{B_{\text{в}} \times H_{\text{а}}}{100\%}, \quad (6.2)$$

де A – сума амортизаційних відрахувань, грн;

B_b – балансова вартість обчислювальної техніки, грн;

H_a – норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення обчислювальної техніки, %.

Балансова вартість обчислювальної техніки визначається як ціна обчислювальної техніки, помножена на коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати і монтаж обладнання ($K = 0,05$).

Балансова вартість обчислювальної техніки становить $20000 \times (1 + 0,05) = 21000$ грн, а норма амортизаційних відрахувань – 25%.

Таким чином амортизаційні відрахування за рік становлять:

$$A_p = 21000 \times 0,25 = 5250 \text{ грн.}$$

Отже амортизаційні відрахування за строк розробки застосунку складуть:

$$A = 5250 / 12 \times 2 = 875 \text{ грн.}$$

Поточний ремонт – це роботи, спрямовані на забезпечення або відновлення працездатності техніки. Візьмемо за норму відрахування у розмірі 2% від балансової вартості основних засобів. Проведем розрахунки за формулою 6.3:

$$P_{\pi} = \frac{B_b \times B}{100\%}, \quad (6.3)$$

де P_{π} – ремонт поточний, грн;

B_b – балансова вартість обчислювальної техніки, грн.;

B – норма відрахувань на поточний ремонт обчислювальної техніки, %.

Отже річні відрахування на поточний ремонт становлять:

$$P_{\pi} = 21000 \times 0,02 = 420 \text{ грн.}$$

Таким чином за весь період розробки програми буде витрачено:

$$P = 420 / 12 \times 2 = 70 \text{ грн.}$$

До адміністративних витрат включаються загальногосподарські витрати, що пов'язані з управлінням і обслуговуванням підприємства. В

нашому випадку буде включено витрати на службові відрядження в сумі 120 грн та витрати на зв'язок: поповнення мобільного рахунку – 110 грн. Всього отримаємо 230 грн адміністративних витрат.

6.2.4 Визначення повної собівартості

Групування витрат за статтями калькулювання дозволяє отримати інформацію про виробничу й повну собівартість розробки програмного забезпечення (табл. 6.8).

Таблиця 6.8 – Кошторис витрат

Калькуляційні статті	Витрати у розрахунку на весь обсяг продукції, грн
Сировина та матеріали	517
Заробітна плата основних виробничих працівників	17500
ЄСВ	3850
Амортизація	875
Витрати на утримання та експлуатацію основних засобів поточний ремонт	70
Загальновиробничі витрати	600
Виробнича собівартість	23412
Адміністративні витрати	230
Повна собівартість	23642

6.2.5 Визначення доходу, фінансового результату

Реалізацію програмного продукту поділено на 3 етапи:

– заклади освіти міста Запоріжжя;

- заклади освіти Запорізької області та комерційні підприємства;
- вся територія України.

Перший етап реалізації планується завершити до 1 вересня 2021 року, в зв'язку з специфікою роботи навчальних закладів, і за цей період проект повинен окупитись.

Основу структури ціни продукції виробництва складає її собівартість і прибуток, а також ПДВ.

В ціну продажу закладемо прибутковість на рівні 25% від повної собівартості та розрахуємо за формулою 6.4:

$$П = C_{\pi} \times H_{\pi}, \quad (6.4)$$

де $П$ – прибуток, грн;

C_{π} – повна собівартість, грн;

H_{π} – норма прибутку, грн.

Тож прибуток складе:

$$П = 23642 \times 0,25 = 5950,50 \text{ грн.}$$

На ціну продажі потрібно нарахувати ПДВ (податок на додану вартість) – це непрямий податок, який входить в ціну товарів (робіт, послуг) та сплачується покупцем, але його облік та перерахування до державного бюджету здійснює продавець (податковий агент). Розміри ставок податку визначає Податковий кодекс України. Ставки податку встановлюються від бази оподаткування в нашому випадку складає 20% від ціни продажу. Розрахуємо суму нарахувань по ПДВ за формулою 6.5:

$$H_{\text{ПДВ}} = (C_{\pi} + П) \times 20\%, \quad (6.5)$$

де $H_{\text{ПДВ}}$ – сума нарахувань ПДВ, грн;

C_{π} – собівартість повна, грн;

П – прибуток, грн.

Отже нарахування по ПДВ складуть:

$$H_{\text{ПДВ}} = (23642 + 5950,50) \times 0,2 = 5918,50 \text{ грн.}$$

Знайдемо суму виручки, яку потрібно отримати на першому етапі продажу за формулою 6.6:

$$B = C_{\text{п}} + \text{П} + H_{\text{ПДВ}}, \quad (6.6)$$

де В – виручка, грн;

$C_{\text{п}}$ – собівартість, грн;

П – прибуток, грн;

$H_{\text{ПДВ}}$ – сума нарахувань ПДВ, грн.

Підрахунки дають такий результат:

$$B = 23642 + 5950,5 + 5918,50 = 35511 \text{ грн.}$$

Отже для досягнення окупності проекту з рентабельністю 25% на першому етапі продажу потрібно отримати не менш ніж 35 511 грн.

На першому етапі будуть охоплені 119 закладів середньої освіти міста Запоріжжя. Ціна реалізації на цьому етапі встановлюється в розмірі 500 грн. З урахуванням ризику 20% невдалих продаж, за формулою 6.7:

$$B_i = n \times \text{Ц} \times (1 - k), \quad (6.7)$$

де B_i – виручка на і-тому етапі продажу, грн;

n – максимальна кількість можливих продажів;

Ц – ціна реалізації, грн;

k – коефіцієнт ризику;

плануємо отримати,

$$B_1 = 119 \times 500 \times (1 - 0,2) = 47600 \text{ грн.}$$

Після сплати ПДВ (20%), залишиться прибуток першого етапу. Розрахуємо прибуток за формулою 6.8:

$$\Pi_i = B_i - (B_i \times \text{ПДВ}), \quad (6.8)$$

де Π_i – прибуток i -го етапу продажу, грн;

B_i – виручка i -го етапу продажу, грн;

ПДВ – податок на додану вартість (20%).

Тож прибуток складе:

$$\Pi_1 = 47600 - (47600 \times 0,2) = 38080 \text{ грн.}$$

Ця сума трохи перевищує ціну розробки в якій вже була врахована рентабельність. Таким чином можна зробити висновок про економічну доцільність розробки даного програмного забезпечення, та окупність проекту менш ніж за рік (до 1 вересня 2021 року).

Для закладів освіти основним показником економічної ефективності є економія фонду заробітної плати вчителів. Використання програми дає можливість прогнозувати та мінімізувати захворюваність персоналу закладу освіти. Відсутність вчителя, за лікарняним листом, не відмінює учбового процесу. Отже урок проведе інший вчитель, якому додатково оплачується робочий час, що веде до збільшення навантаження на фонд заробітної плати. Середня кількість годин на лікарняному чи самоізоляції за період пандемії виросла до 90, на один заклад освіти. Середня оплата праці одного вчителя першої категорії 75 грн за годину. За місяць заклад освіти витратить 6750 грн на додаткову заробітну плату вчителів, що підміняли відсутніх. Впровадження програми дає заплановане зменшення кількості лікарняних листів до 30%, або 2025 грн. Економічна ефективність (Е) – це категорія, що оцінюється співвідношенням отриманого ефекту та всієї суми витрат. В нашому випадку: отриманий ефект – економія 2025 грн в місяць; затрати 500 грн одноразово. За 4 робочих місяці (другий семестр 2021 року) отримаємо:

$E = 2025 \times 4 / 500 = 16,2$. Можна зробити висновок, що впровадження застосунку є ефективним.

Строк окупності (T) – період (вимірюваний в місяцях, кварталах або роках), починаючи з якого первинні вкладення, пов'язані з впровадженням проєкту, покриваються сумарними доходами від його здійснення.

Тобто це відношення суми інвестицій до отриманого чистого прибутку: $T = 500 / 2025 = 0,25$ місяця. Висновок – окупність висока, що робить проєкт привабливим для бюджетних організацій, якими є заклади освіти.

6.3 Висновки економіко-організаційного аналізу проєкту

В економічному розділі розглянута основна ідея проєкту. Проаналізовані потреби потенційних клієнтів та можливі шляхи задоволення цих потреб. Проведений аналіз ринку, де розглянуто тенденції галузі, основні конкуренти, сильні та слабкі сторони проєкту (розробки). В результаті даного дослідження можна дійти до висновку, що даний проєкт має непогані показники конкурентоспроможності в разі дотримання вказаної стратегії розвитку.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 Охорона праці

7.1.1 Аналіз потенційних небезпек

Світ дуже швидко та динамічно змінюється. Виклики сьогодення змушують особливу увагу звертати на збереження здоров'я людини, її психологічний стан та комфортні умови, які є запорукою ефективної праці. Незважаючи на високий рівень розвитку сучасної техніки, необхідно суворо дотримуватися норм та правил охорони праці та вживати заходи по забезпеченню життєдіяльності.

Роботи по дослідженню на програмному комплексі, що виконуються в комп'ютерному класі групою програмістів, мають різні небезпечні та шкідливі виробничі чинники:

- неоптимальні параметри температури повітря, при відключенні опалення чи виходу з ладу кондиціонера, що може призвести до загальних захворювань;
- підвищена запиленість повітряного комп'ютерного класу, внаслідок неправильного проектування системи вентиляції або її несправності, що веде до захворювань верхніх дихальних шляхів;
- незадовільне освітлення місць розташування комп'ютерної техніки, при несправності чи помилках при проектуванні освітлення, яке веде до погіршення зору;
- підвищений рівень шуму, при використанні комп'ютерної техніки та периферійних пристроїв, що не відповідають сучасним вимогам чи зламани, що призводить до погіршення слуху;
- висока напруга в електричній мережі, внаслідок замикання проводки чи виходу з ладу електроприладів, що може привести до враження електричним струмом;
- нервово-емоційне перевантаження та стомлення, через постійний контакт з керівництвом та колегами через специфічність інформації, що

обробляється, можуть призвести до постійного роздратування, емоційного дискомфорту та захворювань нервової системи;

- незадовільний функціональний стан кістково-м'язового апарату, через довготривалі статичні навантаження м'язів рук, спини, шиї, ніг, при внесенні даних у програму, які ведуть до порушень з опорно-рухового апарату (сколіоз, порушення постави);

- неправильна організація робочого простору, через помилкове розташування офісної техніки та робочих місць, може привести до зниження працездатності та психофізіологічного стану;

- високий рівень вмісту шкідливих мікроорганізмів (вірусів, бактерій, грибів, найпростіших) та токсинів, через недотримання параметрів вологості, температури та вентиляції, які впливають на фізіологічний стан людини та спричиняють різноманітні захворювання;

- присутність у повітрі шкідливих речовин (пилу), внаслідок нерегулярного прибирання в приміщенні, як наслідок виникають гострі і хронічні отруєння, пошкоджуються дихальні шляхи та легені;

- виникнення займання, через несправність електричного устаткування та порушення норм і правил протипожежної безпеки, що може привести до виникнення пожежі;

- порушення правил поведінки у надзвичайних ситуаціях, через незадовільну підготовку персоналу та ігнорування комплексу заходів по забезпеченню захисту в умовах надзвичайної ситуації, що призводять до зараження чи загибелі людей.

7.1.2 Заходи із забезпечення безпеки

Приміщення комп'ютерного класу, в якому знаходяться спеціалісти з обробки інформації, належить до приміщень без підвищеної електробезпеки. Проте головним небезпечним фактором залишається

ураження електричним струмом. Для виключення ураження працівників електричним струмом передбачено такі організаційні та технічні заходи.

Організаційні заходи розроблені для запобігання виявлених потенційних небезпек згідно існуючих вимог та правил.

В закладі призначено відповідальну особу (спеціаліста з охорони праці), яка контролює технічний стан обладнання, слідкує за дотриманням вимог нормативних документів з охорони праці, за організацією належних умов праці, за забезпеченням засобами індивідуального та колективного захисту.

В закладі розроблені інструкції з пожежної безпеки та охорони праці для комп'ютерного класу та осіб, що працюють в ньому.

Для всіх новоприбулих працівників, а також у робочий період за графіком, згідно вимог прописаних в типовому положенні про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці [22], проводяться навчання та інструктажі з питань охорони праці (вступний, первинний, повторний, позаплановий, цільовий); з питань надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків; по правилах поведінки при виникненні аварій та навчання з правил електробезпеки.

Технічні заходи розроблені відповідно до умов у приміщенні закладу. Основні споживачі електроенергії в комп'ютерному класі – комп'ютери. Для безпеки користувачів важливо забезпечення правильного приєднання їх до електромережі [23]. Розроблені заходи з електробезпеки відповідають: технічним умовам з електробезпеки [24] і нормативам по електробезпечності низьковольтних розподільних електромереж напругою до 1000 В змінного струму та 1500 В постійного струму та вимогам до опору заземлення [25].

У місці встановлення комп'ютерного комплексу встановлено груповий щиток електроживлення, який підключено до лінії електроживлення від розподільчого (поверхового) щитка школи. Комп'ютери в класі живляться від мережі з заземленою нейтраллю напругою 220 В зі змінним струмом 50 Гц. Комп'ютери обладнані імпульсними блоками живлення потужністю 400

Вт, які перетворюють змінний струм у постійний (3 В, 5 В, 12 В). Блоки живлення мають мережевий фільтр який приєднаний через контакт вилки до захисного заземлення [26].

Електропроводка у комп'ютерному класі трифазна чотирижильна з подвійною ізоляцією та розташована в коробах. Вимикачі встановлені на висоті 1,2 м, а розетки 1 м від підлоги. Кожен комп'ютер окремо включається та виключається автоматом з електрощита.

Для захисту працівників від ураження електричним струмом в комп'ютерному класі вжиті такі заходи:

- забезпечено недоступність струмопровідних частин від випадкового доторкання шляхом ізоляції цих частин;
- встановлено пристрої захисного відключення;
- забезпечене захисне заземлення.

Всі комп'ютери з'єднані штепсельною вилкою, з заземлювальним контактом, з штепсельною розеткою, яка теж має заземлювальний контакт та підключена до лінії електромережі. У комп'ютері всі металеві неструмоведучі частини з'єднані з контактом заземлення вилки. Штепсельні розетки промарковані з зазначенням напруги (220 В).

Електроприлади у приміщенні за способом захисту від ураження електричним струмом людини відносяться до I категорії (стаціонарні комп'ютери) та II (освітлювальні прилади, кондиціонери, опалювальні пристрої, ноутбуки, сканери) класу захисту.

Відповідно до "Правил улаштування електроустановок" (ПУЕ) вжиті такі заходи з електробезпеки: опір захисного заземлення в комп'ютерному класі становить 3 Ом (за стандартом – не більше 4 Ом) [27]; захист від випадкового дотику до струмопровідних частин за допомогою їх ізоляції та захисних оболонок відповідає технічним умовам до електротехнічних виробів, а саме в приміщенні встановлено автоматичні вимикачі, пристрій заземлення контуру [28].

Забезпечення комфортних та безпечних умов праці на комп'ютеризованих робочих місцях здійснюється згідно правил з охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин, державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, ергономічних вимог до роботи з відеотерміналами в офісі, а також з урахуванням положень міжнародних нормативно-правових актів з цих питань (директив Ради Європейського союзу, стандартів ISO, MPRII). Умови праці осіб, які постійно працюють з комп'ютерною технікою, повинні відповідати I або II класу відповідно до гігієнічної класифікації умов праці на робочих місцях.

Комп'ютерне обладнання повинно відповідати вимогам чинних в Україні стандартів і нормативних актів з охорони праці. Окрім того, зазначене обладнання закордонного виробництва повинно додатково відповідати вимогам національних стандартів держав-виробників і мати відповідну позначку на корпусі, в паспорті або іншій експлуатаційній документації [29].

7.1.3 Заходи з забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці

Заходи з виробничої санітарії і гігієни праці для комп'ютерного класу, який обладнаний комп'ютерами з моніторами (візуальними дисплейними терміналами або ВДТ) розроблені відповідно до вимог Державних санітарних норм та правил гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу; державних стандартизованих правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин [30]; вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями» [31].

Виконання роботи з обробки інформації виконується програмістами в комп'ютерному класі та відноситься до операторського типу. За важкістю на

основі загальних енерговитрат організму, робота відноситься до легких фізичних робіт (категорія 1а), яка виконується сидячи і не потребує фізичного напруження та характеризується витратою енергії 105-140 Вт (90-120 ккал/год.).

Метеорологічні умови в комп'ютерному класі: температура повітря, відносна вологість повітря й швидкість його переміщення повинні відповідати встановленим санітарно-гігієнічним вимогам до мікроклімату виробничих приміщень [32]. Робота виконується в холодний і теплий періоди року та повинна відповідати оптимальним параметрам наведеним в (табл. 7.1).

Таблиця 7.1 – Оптимальні величини мікроклімату в приміщенні

Період Року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	Легка	22–24	40–60	0,1
Теплий	Легка	23–25	40–60	0,1-0,2

Дотримання вимог в холодний період року досягається завдяки оснащенню комп'ютерного класу системою централізованого водяного опалення, а теплий період системою кондиціювання повітря відповідно до норм по опаленню, вентиляції та кондиціювання» [33].

Методом спостереження мікроклімату в приміщенні встановлено, що в теплий період, а саме влітку за надвисокої температури зовнішнього середовища, та в холодний період, при максимальному тепловому потоці в системі централізованого опалення показники відносної вологості повітря нижчі норми, та становлять в середньому 30-35%. Надто низька вологість викликає висихання слизових оболонок дихальних шляхів, носа, очей та призводить до статичної електризації повітря, тобто накопичення зарядів

статичної електрики, які скупчуються на поверхнях металевих частин комп'ютерів. Для підтримки оптимальних параметрів вологості в проблемні періоди року в комп'ютерному класі використовується зволожувач повітря Venta LW45 з потужністю зволоження до 75 м². За підтримку оптимальної температури в теплий період відповідає кондиціонер Midea MUE MUE-60HRN1-S з максимальною потужністю охолодження 60 м².

Найважливішою характеристикою мікроклімату є освітлення. При недостатньому освітленні працівник швидко втомлюється, працює не так продуктивно, зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. Згідно статистичних даних: 5% травм пояснюється недостатнім або нераціональним освітленням, а в 20% це сприяло травмуванню. І загалом, погане освітлення веде до професійних захворювань працівників які постійно працюють в умовах напруження органів зору.

Згідно з нормативами по природному і штучному освітленню [34], в комп'ютерному класі передбачене суміщене освітлення.

Природне освітлення бокове одностороннє, а саме проходить через вікна в зовнішніх стінах. Вікна обладнані сонцезахисними жалюзі з механізмом регулювання: захисним кутом від 15 град. до 45 град. (багатоступеневі) і коефіцієнтом відбиття 0,8; які використовують для приглушення прямих сонячних променів та мають світлові прорізи, що дають коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче 1,5%.

При недостатньому, за нормами, природному освітленні, воно доповнюється штучним. Штучне освітлення передбачається також для освітлення комп'ютерного класу у темний період доби. В комп'ютерному класі передбачено загальне рівномірне освітлення. Освітленість комп'ютерного класу задовільна, КПО на кожному робочому місці становить не менше 1,2%. Розташування робочих місць запобігає потраплянню у поле зору прямих променів сонячного світла та світильників.

Для забезпечення норм освітлення в комп'ютерному класі використовуються світильники типу ЛПП з трубчастими світлодіодними

лампами. За всіма показниками світлодіодні світильники мають переваги перед іншими джерелами освітлення та придатні для використання в комп'ютерному класі. Світлодіодні світильники практично не мигають, безпечні та екологічні: у складі ламп не містяться шкідливі речовини. Світловий спектр наближений до природного. Крім того, світлодіодні лампи мають високу ефективність, надійні, економічні: застосування світлодіодів знижує витрати на електропостачання на 50-60% в порівнянні з люмінесцентними і галогенними лампами минулого покоління, не викликаючи побічних ефектів.

Для освітлення в комп'ютерному класі рекомендовано застосовувати освітлення 400 лк, нейтральне біле світло – 4000 К, індекс передачі кольору повинен бути не менше 80 Ra, навколишні стіни, стеля та підлога повинні бути пофарбовані у світлі кольори, коефіцієнт пульсації світильників не повинен перевищувати 10-15%.

Розрахунок штучного освітлення проведемо для комп'ютерного класу площею 60 м², ширина якої складає 6 м, довжина – 10 м, висота – 3,1 м. Нормована мінімальна освітленість 400 лк. Коефіцієнт відбиття стелі 70%, стін 50% і підлоги 30%. Для штучного освітлення у приміщенні використовуються світлодіодні лампи. Розрахункова висота підвісу $h = 3$ м.

Обчислимо індекс приміщення за формулою 7.1:

$$i = \frac{A \times B}{h \times (A + B)}, \quad (7.1)$$

де i – індекс приміщення;

A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м.

$$i = (6 \times 10) / ((3,1 - 0,7) \times (6 + 10)) = 1,56.$$

Берем до уваги коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників в процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення і характеру робіт, що проводяться в ньому, в нашому випадку) $k = 1,5$. Коефіцієнт нерівномірності освітлення z (відношення середньої освітленості до мінімальної див. формулу 7.2:

$$z = \frac{E_{\text{ср}}}{E_{\text{мін}}}, \quad (7.2)$$

де z – коефіцієнт нерівномірності освітлення;

$E_{\text{ср}}$ – середня освітленість, лк;

$E_{\text{мін}}$ – мінімальна освітленість, лк;

як правило дорівнює $z = 1,1$ – для усіх світильників відбитого світла.

Знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку за світлотехнічною таблицею з держаних будівельних норм по природному і штучному освітленню, в залежності від індексу приміщення, коефіцієнтів відбиття стелі, стін для світильників. Індекс приміщення знайшли за формулою 7.1 ($i = 1,56$), отже згідно таблиці $\eta = 0,52$ [34].

Розрахуємо кількість рядів світильників у приміщенні N_p за формулою 7.3:

$$N_p = \frac{B}{(H - h_p) \times [L/h]}, \quad (7.3)$$

де N_p – кількість рядів світильників у приміщенні;

B – ширина приміщення, м;

H – висота приміщення, м;

h_p – висота робочої поверхні над підлогою, м;

$[L/h]$ – числове значення коефіцієнта світильника.

$$N_p = 6 / ((3,1 - 0,7) \times 1,4) = 2.$$

Світильники розміщуємо в два ряди.

Визначаємо сумарний світловий потік освітлюваної установки за формулою 7.4:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n \times A \times B \times k \times z}{\eta}, \quad (7.4)$$

де Φ_{Σ} – сумарний світловий потік освітлюваної установки, лм;

E_n – рівень нормованого загального освітлення, лк;

A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

k – коефіцієнт запасу;

z – коефіцієнт нерівномірності;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

$$\Phi_{\Sigma} = (400 \times 6 \times 10 \times 1,5 \times 1,1) / 0,52 = 76154 \text{ лм.}$$

Для освітлення використані світлодіодні лампи типу LED-T8 потужністю 30 Вт, світловий потік яких $\Phi_{\text{л}} = 3600$ лм. В одному світильнику розміщується дві лампи. Розрахуємо необхідну кількість світильників за формулою 7.5:

$$N = \frac{\Phi_{\Sigma}}{n * \Phi_{\text{л}}}, \quad (7.5)$$

де N – кількість світильників;

Φ_{Σ} – сумарний світловий потік, лм;

n – кількість ламп в світильнику;

$\Phi_{\text{л}}$ – світловий потік однієї лампи, лм.

$$N = 76154 / (2 \times 3600) = 10,6.$$

Схема розташування світильників зображена на рис. 7.1.

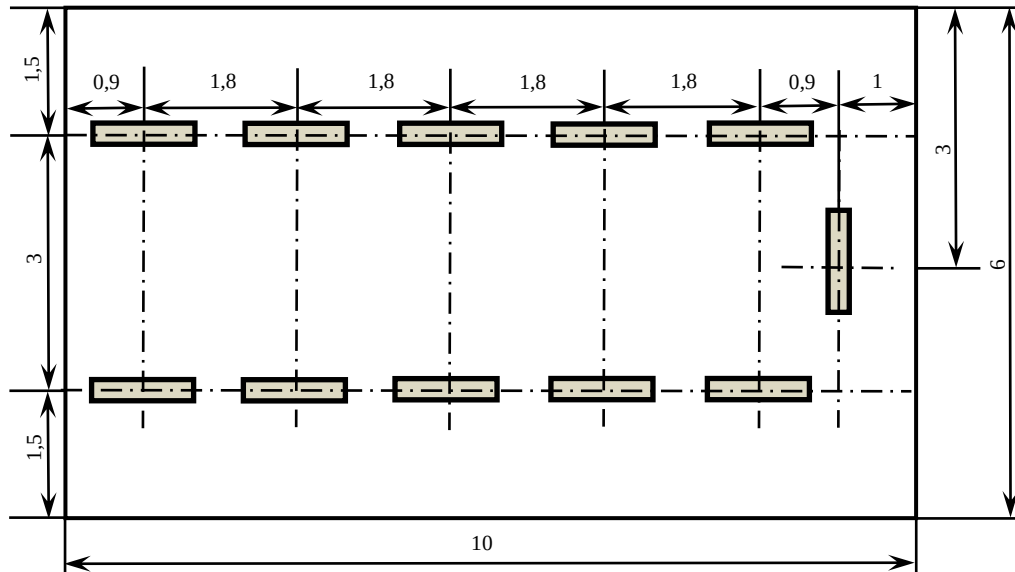


Рисунок 7.1 – Загальна схема обчислювального центру

З розрахунків робимо висновки, що в комп'ютерному класі потрібно встановити 11 світильників в два ряди. Загальне освітлення виконане у вигляді переривчастих ліній світильників. Лінії світильників розташовані ліворуч від робочих місць паралельно лінії розташування учбових місць.

Для виключення електромагнітного випромінювання передбачено застосування сучасної комп'ютерної апаратури, особливо моніторів.

Ергономічність робочого місця забезпечується згідно вимог прописаних в правилах з охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин, заборонаю безладу на робочому місці, дотриманням нормативів організації і обладнання робочого місця робітника. Обладнання і організація робочого місця в комп'ютерному класі відповідає всім ергономічним вимогам до елементів робочої площини з урахуванням характеру і особливостей трудової діяльності. Площа на одного робочого місця складає по 6 м², а об'єм – по 18,6 м³. Комп'ютерний клас має природне та штучне освітлення.

Праця за комп'ютером з клавіатурою та монітором спричиняє сильну розумову напругу і нервово-емоційне навантаження працівників, великою інтенсивністю зорової праці і досить значним навантаженням на м'язів рук.

Важливе значення має зручна конструкція і розташування елементів робочого місця, що є важливим для підтримки оптимальної робочої пози людини-оператора [27]. Стільці регулюються по висоті, а монітори встановлені на оптимальній відстані 700 мм.

Документація в комп'ютерному класі зберігається в шафах і полицях, а також робочих столах які обладнано ящиками.

Шум на виробництві несприятливо впливає на організм людини, що веде до зменшення продуктивності праці, збільшує дію професійних шкідливих факторів: на 10-15% зростає загальна захворюваність, зменшує продуктивність праці, зокрема розумової.

За даними з технічних паспортів обладнання (комп'ютерів, моніторів, клавіатур (при натисканні), маніпуляторів типу «миша» (при натисканні)), що використовуються для роботи, рівень шуму складає: 43 дБА. Згідно із державними санітарними нормами мікроклімату виробничих приміщень фактичне значення рівня шуму менше, ніж нормоване, отже додаткових робіт по усуненню надмірного шуму проводити не потрібно [32].

Мінімізація негативної дії напруженості та інтенсивності праці в роботі досягається вибором відповідного режиму трудового процесу та впровадженням сучасних методів психологічного розвантаження.

7.2 Безпека у надзвичайних ситуаціях

7.2.1 Заходи з пожежної безпеки

Робота з розробленим програмним продуктом ведеться в комп'ютерному класі який знаходиться в загальноосвітньому закладі (школі). Забезпечення пожежної безпеки в організаціях, на підприємствах системи освіти України здійснюється згідно з «Правилами пожежної безпеки в Україні» та «Правилами пожежної безпеки для навчальних закладів та установ системи освіти України», затверджених наказом Міністерства освіти і науки України.

Головним завданням забезпечення пожежної безпеки у закладах освіти є захист та рятування людей (дітей) від впливу небезпечних факторів пожежі, якими супроводжується неконтрольоване горіння. При виникненні пожежі, дії працівників закладів, залучених до гасіння пожежі, мають бути зосереджені на створенні безпеки людей, їх евакуацію та порятунок.

Усі заклади та установи перед початком навчального року мають бути прийняті відповідними комісіями, до складу яких входять представники органів державного нагляду у сфері пожежної безпеки.

Пожежа в комп'ютерному класі становить особливу небезпеку, тому що пов'язана з великими матеріальними втратами. Пожежа – це неконтрольоване горіння, яке виникає коли є горюча речовина, окиснювач та джерело запалювання. Всі основні чинники пожежі наявні в приміщенні комп'ютерного класу та можуть призвести до виникнення пожежі.

Так як в комп'ютерному класі є система природної вентиляції та кондиціонування, то в приміщенні завжди присутній кисень, який є окиснювачем процесів горіння. Також в комп'ютерному класі знаходяться дерев'яні меблі, електронна апаратура, паперові носії інформації.

Комп'ютерний клас, відповідно до технічних умов визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою [35], відноситься до категорії «П-Па», а клас можливої пожежі, згідно загальних вимог з пожежної безпеки об'єктів будівництва [36], визначається, як «А».

Для ліквідації пожежі у початковій стадії її розвитку силами персоналу об'єктів застосовуються первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, пожежні відра, совкові лопати, ломи, сокири тощо), системи автоматичного пожежогасіння. Пожежний інвентар розташований окремо та в складі пожежних щитів.

Комп'ютерний клас обладнаний комп'ютерами з моніторами має площу 60 м² і згідно вимог типових норм належності вогнегасників та

загальних технічних вимог по використанню пожежної техніки і технічного обслуговування вогнегасників [37] для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 3 штук (з розрахунку один вогнегасник з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше, на 20 м² площі приміщення). Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м. Також рекомендується обладнати комп'ютерний клас автоматичними пожежними сповіщувачами, що реагують на підвищення температури, дим, полум'я. Наприклад, сповіщувачі моделей ДТЛ, ІТМ.

В закладі інструкцією з пожежної безпеки встановлено проходження посадовими особами навчання та перевірки знань з питань пожежної безпеки, а також проведення з працівниками протипожежних інструктажів та занять з пожежно-технічного мінімуму [38]. Усі працівники під час прийняття на роботу проходять інструктажі з питань цивільного захисту, пожежної безпеки та дій у надзвичайних ситуаціях [38]. Особи, які не пройшли навчання, протипожежного інструктажу і перевірку знань з питань пожежної безпеки, до роботи не допускаються [38].

Всі евакуаційні шляхи (коридори, сходові клітки, тамбури, фойє, холи, вестибюлі) не зашарашені, а двері евакуаційних виходів за необхідності можуть бути без перешкод відчинені [38].

В комп'ютерному класі суворо забороняється проводити ремонт вузлів електронно-обчислювальної техніки.

Працівник, який виявив пожежу або її ознаки (задимлення, запах горіння або тління різних матеріалів, різке підвищення температури в приміщенні тощо), зобов'язаний:

- негайно повідомити про це за телефоном до найближчого пожежно-рятувального підрозділу (при цьому слід чітко назвати місцезнаходження об'єкта, місце виникнення пожежі, а також свою посаду та прізвище);

- задіяти систему оповіщення людей про пожежу; розпочати самому і залучити інших осіб до евакуації людей з будівлі до безпечного місця згідно з планом евакуації;
- сповістити про пожежу керівника закладу та установи або особу, що його заміщує;
- організувати зустріч пожежно-рятувальних підрозділів, вжити заходів щодо гасіння пожежі наявними в закладі та установі засобами пожежогасіння [38].

7.2.2 Заходи з цивільного захисту

З метою захисту населення, зменшення втрат та шкоди економіці в разі виникнення надзвичайних ситуацій проводиться спеціальний комплекс заходів, до якого відноситься інформування та оповіщення, яке досягається завчасним створенням і підтримкою в постійній готовності загальнодержавної, територіальних та об'єктових систем оповіщення населення.

Порядок організації оповіщення визначається «Положенням про організацію оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій та зв'язку у сфері цивільного захисту» [39].

Інформування у сфері цивільного захисту передбачає доведення до населення оперативної та достовірної інформації про загрозу виникнення або виникнення надзвичайної ситуації з визначенням меж її поширення і наслідків, а також про способи та методи захисту від них [39].

Оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій (у тому числі соціального характеру) полягає у своєчасному доведенні відповідної інформації до органів управління цивільного захисту, сил цивільного захисту, суб'єктів господарювання, що належать до обласної територіальної підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту та населення [39].

Рішення про оповіщення та інформування населення приймаються оперативно-черговою службою пункту управління Кабінету Міністрів України, керівниками місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування відповідно до повноважень визначених статтею 19 Кодексу цивільного захисту України на підставі повідомлення від суб'єкта, що є джерелом інформації про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій та фактичну обстановку, що склалася у зоні можливого ураження або поширення негативних факторів надзвичайної ситуації [39].

Оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій забезпечується шляхом:

- функціонування загальнодержавної, територіальних, місцевих автоматизованих систем централізованого оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій, спеціальних, локальних та об'єктових систем оповіщення;
- централізованого використання телекомунікаційних мереж загального користування, у тому числі мобільного (рухомого) зв'язку, відомчих телекомунікаційних мереж і телекомунікаційних мереж суб'єктів господарювання в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України, а також мереж загальнонаціонального, регіонального та місцевого радіомовлення і телебачення та інших технічних засобів передавання (відображення) інформації;
- автоматизації процесу передачі сигналів і повідомлень про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій;
- функціонування на об'єктах підвищеної небезпеки автоматизованих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення;
- організаційно-технічної інтеграції різних систем централізованого оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій та автоматизованих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення;

– функціонування в населених пунктах, а також місцях масового перебування людей сигнально-гучномовних пристроїв та електронних інформаційних табло для передачі інформації з питань цивільного захисту [39].

Для привернення уваги населення перед доведенням інформації про загрозу або виникнення надзвичайної ситуації передається попереджувальний сигнал “УВАГА ВСІМ”, зокрема: звучання електросирен, часті гудки, а також трансляція спеціального повідомлення мережами радіомовлення та через вуличні гучномовні пристрої [40].

Тривалість звучання попереджувального сигналу становить три - п'ять хвилин [40]. Після попереджувального сигналу здійснюється трансляція телерадіомережами відповідних повідомлень про загрозу виникнення або виникнення надзвичайної ситуації із супроводженням інформації жестовою мовою та/або субтитруванням, якщо вона є голосовою, і аудіокоментуванням, якщо вона є візуальною [40].

Повідомлення про загрозу або виникнення надзвичайної ситуації повинне містити інформацію про характер та місце виникнення загрози життю і здоров'ю людей, зону можливого ураження, порядок дій населення, види захисту тощо [41]. Передача інформації здійснюється шляхом переривання трансляції інших програм мовлення. Тривалість звучання повідомлень, що передаються технічними засобами мовлення, повинна бути не менше 5 хвилин та за необхідності повторюватися через 10-15 хвилин [41]. Примірний зміст текстових повідомлень про загрозу, або виникнення надзвичайних ситуацій соціального характеру додається [41].

За рівнями системи оповіщення поділяються на загальнодержавну автоматизовану систему централізованого оповіщення, територіальні автоматизовані системи централізованого оповіщення, місцеві автоматизовані системи централізованого оповіщення, а також спеціальні, локальні та об'єктові системи оповіщення [41].

Усі працівники підприємства, незалежно від займаних посад, повинні знати та суворо виконувати вимоги Типової інструкції щодо дій персоналу підприємства при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій [42]. За невиконання вимог Інструкції персонал підприємства може бути притягнутий до адміністративної відповідальності [42].

Для своєчасного попередження населення введені сигнали попередження населення у мирний і воєнний час.

Оповіщення на воєнний час про загрозу застосування противником зброї масового ураження або виникнення надзвичайної ситуації здійснюється за сигналами: «ПОВІТРЯНА ТРИВОГА!» – при ракетній і авіаційній небезпеці; «РАДІАЦІЙНЕ ЗАРАЖЕННЯ!» – при радіаційному зараженні; «ХІМІЧНЕ ЗАРАЖЕННЯ!» – при хімічному зараженні; «БІОЛОГІЧНЕ ЗАРАЖЕННЯ!» – при біологічному зараженні [43].

Оповіщення у мирний час про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій здійснюється за повідомленнями:

- у разі аварії на АЕС;
- у разі аварії на хімічно небезпечному об'єкті;
- у разі можливого землетрусу;
- у разі повені;
- у разі урагану та інших надзвичайних ситуацій [43].

Успіх захисту населення залежить від дисциплінованості, своєчасної і правильної поведінки, суворого дотримання рекомендацій і вимог органів цивільного захисту [40].

ВИСНОВКИ

Останнім часом, інфекційні хвороби мають більш широке поширення, ніж впливає з даних медичної статистики. При виникненні епідемій або пандемії на уражених територіях буде формуватися складна обстановка з швидко змінюваною динамікою. В таких умовах поспішні або хаотичні дії фахівців органів охорони здоров'я можуть негативним чином вплинути на організацію і реалізацію заходів боротьби з інфекцією.

В умовах пандемії, особливого значення набувають наукові дослідження з аналізу і прогнозу ймовірних сценаріїв розвитку епідемій небезпечних інфекційних захворювань.

В ході дипломної роботи було виконано наступні завдання:

- проведено аналіз ситуації в Україні;
- проведено аналіз програмних засобів для дослідження та моніторингу поширення COVID-2019;
- проведено проєктування бази даних для школи;
- розроблено програмну реалізацію системи для моніторингу поширення COVID-2019 у середній школі.

Розроблено програмну реалізацію методу моніторингу поширення COVID-2019 у середній школі, яка обробляє данні про стан вчителів та учнів та робить короткостроковий прогноз.

Галузь використання – моніторинг захворювань в навчальних закладах.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Forecasting the SARS-CoV-2 effective reproduction number using bulk proximity data from mobile phones [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.10.02.20188136v3>.
2. Коронавірус в Україні [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://index.minfin.com.ua/reference/coronavirus/ukraine/>.
3. Белецкая, С. Ю. Разработка прогностических моделей развития заболеваемости детей в городском административном районе на основе нейросетевых технологий [Текст] / С. Ю. Белецкая, В. Н. Коровин, О. В. Родионов // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2010. – № 12. – Т. 6. – С. 201–205.
4. Боев, Б. В. Компьютерное моделирование и прогнозирование эпидемий птичьего гриппа [Текст] / Б. В. Боев, В. В. Макаров // Ветеринарная патология. – 2005. – № 3. – С. 49–58.
5. Stop Covid-19 [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://computercoach.co.nz/stop-covid-19>.
6. Социальный мониторинг [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mos.ru/city/projects/monitoring/>.
7. Оперативний моніторинг ситуації довкола COVID-19 [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://nszu.gov.ua/covid/dashboard>.
8. Бокс, Д. Анализ временных рядов: прогноз и управление [Текст] / Д. Бокс, Г. Дженкинс. – М. : Мир, 2010. – 406 с.
9. Бородулин, А. И. Статистическая модель эпидемического процесса [Текст] / А. И. Бородулин, Б. М. Десятков, А. Н. Шабанов, А. А. Ярыгин // Сибирский журнал индустриальной математики. – 2007. – № 2 (30). – С. 23–30.
10. Вьюн, В. И. Об одном подходе к прогнозированию эпидемиологической обстановки по гриппу-ОРВИ с использованием временных рядов [Текст] / В. И. Вьюн, Т. К. Еременко, Г. Е. Кузьменко, Ю.

А. Михненко // Математические машины и системы. – 2011. – Т. 1, № 2. – С. 131–136.

11. Гальченко, В. Я. Прогнозирование временных рядов в задаче оценки эпидемической ситуации заболеваемости ОРВИ и гриппом по данным Луганской области [Текст] / В. Я. Гальченко, К. Р. Попов, И. Н. Приземина, Н. В. Качур // Український медичний альманах. – 2010. – Т. 13, № 2. – С. 20–22.

12. Кормен, Т. Алгоритмы. Построение и анализ. [Текст] / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн // Издательство «Вильямс». – 2013. – 688 с.

13. Скиена, С. Алгоритмы. Руководство по разработке. 2-е изд. [Текст] / Скиена С. // Пер. с англ. – СПб. : БХВ-Петербург. – 2011. – 720 с.

14. Иванов, К. К. Проектирование базы данных. Роль процесса в создании информационной системы [Текст] / К. К. Иванов, А. А. Ефремов, И. А. Ващенко // Молодой ученый. – 2016. – № 18 (122). – С. 40–42.

15. Иванов, К. К. Проектирование базы данных. Роль процесса в создании информационной системы [Электрон. ресурс] / К. К. Иванов, А. А. Ефремов, И. А. Ващенко. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/122/33704/>.

16. Емельянова, Д. К. Разработка программы калькулятор в программном пакете QT [Текст] / Д. К. Емельянова, А. М. Максимова. // Молодой ученый. – 2016. – № 20 (124). – С. 147–148.

17. Фролов, В. Н. Проектирование и реализация базы данных для предприятия [Текст] / В. Н. Фролов, С. А. Стрёмин. // Технические науки: проблемы и перспективы. Материалы V Междунар. науч. конф. – Санкт-Петербург : Свое издательство, 2017. – С. 15–18.

18. Остапенко, В. В. Методичні вказівки по економічному обґрунтуванню дипломних проектів для студентів спеціальностей 8.05010301 «Програмне забезпечення автоматизованих систем» та 8.05010201 «Інформаційні технології проектування» для усіх форм навчання :

навчальний посібник [Текст] / В. В. Остапенко, Є. М. Сердюк. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2015. – 22 с.

19. SWOT Analysis: What It Is and When to Use It [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.businessnewsdaily.com/4245-swot-analysis.html>.

20. Гавриш, О. А. Розроблення стартап-проекту [Текст] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / О. А. Гавриш. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

21. Розміри ЄСВ-2020 [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://services.dtki.ua/catalogues/indexes/13>.

22. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці [Електрон. ресурс] : НПАОП 0.00-4.12-05. – [Чинний від 2005-02-26]. – К. : Держнагляд охорони праці України, 2005. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05>. – (Нормативно-правовий акт охорони праці).

23. Жидецький, В. Ц. Основи охорони праці [Текст] / В. Ц. Жидецький. – К. : Знання, 2014. – 373 с.

24. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту : ДСТУ 7237:2011. – [Чинний від 2011-08-01]. – К. : Держспоживстандарт, 2011. – 9 с. – (Державний Стандарт України).

25. Електробезпечність низьковольтних розподільних електромереж напругою до 1000 В змінного струму та 1500 В постійного струму. Устаткування для випробування, вимірювання або контролювання засобів безпеки. Частина 5. Опір заземлення: ДСТУ EN 61557-5:2018. – [Чинний від 2019-12-01]. – К. : Мінекономрозвитку України, 2019. – (Державний Стандарт України).

26. Березуцький, В. В. Основи охорони праці [Текст] / В. В. Березуцький. – Х. : Факт, 2005. – 327 с.

27. Правила улаштування електроустановок : ПУЕ-2017. – [Чинний з 2017-08-21]. – К. : Міненерговугілля України, 2017. – 617 с. – (Правила).

28. Вироби електротехнічні. Терміни та визначення: ДСТУ 2267-93. – [Чинний від 1995-01-01]. – К. : Держстандарт України, 1993. – 47 с.

29. Наказ «Про затвердження Примірної інструкції з охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин». Міністерство доходів і зборів України від 05.09.2013 № 443 [Електрон. ресурс] / Офіційний сайт Верховної Ради України. – Режим доступа : <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0443810-13#Text>.

30. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин [Електрон. ресурс] : ДСанПіН 3.3.2.007-98. – [Чинний від 1998-12-10]. – К. : МОЗ України, 1998. – Режим доступа: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=2445>. – (Державні санітарні правила та норми).

31. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроям : НПАОП 0.00-7.15-18. – [Чинний від 2018-05-18]. – К. : Мінсоцполітики України, 2018. – 6 с. – (Нормативно-правовий акт охорони праці).

32. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Електрон. ресурс]: ДСН 3.3.6.042-99. – [Чинний від 1999-12-01]. – Режим доступа: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>. – (Державні санітарні правила та норми).

33. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. – [Чинний від 2014-01-01]. – К. : Мінрегіон, 2013. – 141 с. – (Державні будівельні норми).

34. Природне та штучне освітлення: ДБН В.2.5-28-2006. – [Чинний від 2006-10-01] – К. : Мінбуд, 2006. – 73 с. – (Державні будівельні норми).

35. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою: ДСТУ Б В.1.1-36:2016. – [Чинний від 2017-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд, 2016. – 61 с. (Національний стандарт України).

36. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги : ДБН

В.1.1-7:2016. – [Чинний від 2017-06-01]. – К. : Мінрегіон України, 2017. – 47 с. – (Державні будівельні норми).

37. Пожежна техніка. Технічне обслуговування вогнегасників. Загальні технічні вимоги [Електрон. ресурс]: ДСТУ 4297:2004. – [Чинний від 2004-10-01]. – Режим доступу: https://dnaop.com/html/2503/doc-4297_2004.

38. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці [Електрон. ресурс]: НПАОП 0.00-4.12-05. – [Чинний від 2005-02-26]. – К. : Держнагляд охорони праці України, 2005. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05>. – (Нормативно-правовий акт охорони праці).

39. Указ Президента України «Про Концепцію захисту населення і територій у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій» від 26 березня 1999 р., №284/99 [Текст] // Офіційний вісник України. – 1999 р. – № 13. – С. 10.

40. Стеблюк, М. І. Цивільна оборона та цивільний захист [Текст] / М. І. Стеблюк. – К. : Знання, 2013. – 487 с.

41. Наказ МОН «Про затвердження Правил пожежної безпеки для навчальних закладів та установ системи освіти України» від 15.08.16 № 974 [Текст] // Офіційний вісник України. – 2016 р. – № 75. – С. 109.

42. Євдін, О. М. Як діяти персоналу підприємства в надзвичайній ситуації [Текст] / О. М. Євдін // Охорона праці і пожежна безпека. – 2013. – № 9.

43. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про організацію оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій та зв'язку у сфері цивільного захисту» від 27 вересня 2017 р. № 733 [Текст] // Офіційний вісник України. – 2017 р. – № 80. – С. 146.

ДОДАТОК А
Текст програми

```

df = df.drop(columns = 'date')
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import glob
import moviepy.editor as mpy
df = pd.read_csv('stan.csv', parse_dates=['date'])
populations = pd.read_csv('stan_alldata.csv', usecols=['NAME', 'Stan'])

df = pd.merge(df, populations, how = 'left', left_on = 'state', right_on =
'NAME')
df['rate'] = df['cases'] / df['Stan_COVID19'] * 10
df_1604 = df[df['date'] == '2020-11-16']
topfivestates_rate = list(df_1604.sort_values(by='rate',
ascending=False).head()['state'])
topfivestates_rate.append('uchni')
topfivestates_rate.append('vchyteli')
df = df[df['state'].isin(topfivestates_rate)]
df = df[df['date'] >= '2020-10-01']
df = df.pivot(index = 'date', columns = 'state', values = 'rate')
df = df.reset_index()
df = df.reset_index(drop=True)
df = df.drop(columns = 'date')
plt.style.use('fivethirtyeight')
length = len(df.index)
for i in range(10,length+10):
    ax = df.iloc[:i].plot(figsize=(12,8), linewidth=5, color = ['#173F5F',
'#20639B', '#2CAEA3', '#F6D55C', '#ED553B', '#B88BAC', '#827498'])
    ax.set_ylim(0, 1000)
    ax.set_xlabel('Days since')
    ax.set_ylabel('# khvori')

```

```

ax.set_title("khvori", fontsize = 18)
ax.legend(loc='upper left', frameon=False)
ax.grid(axis='x')
fig = ax.get_figure()
fig.savefig(f"pngs/{i}.png")
gif_name = 'COVID-19'
fps = 6
file_list = glob.glob('pngs/*')
clip = mpy.ImageSequenceClip(file_list, fps=fps)
clip.write_gif('{}.gif'.format(gif_name), fps=fps)

import logging
from config import LOGGER_FORMAT
from appvars import db
from sqlalchemy import Column, Index
from datasources import stan, utils
import datetime
import numpy as np

logging.basicConfig(format=LOGGER_FORMAT,
level=logging.DEBUG)

class Stan(db.Model):

    __tablename__ = 'covid_stan'

    prymischenna_id = Column(db.VARCHAR(length=256),
nullable=False, primary_key=True)

```

```

update_time = Column(db.TIMESTAMP(), nullable=False)
vchytel = Column(db.VARCHAR(length=128), nullable=False)
uchen = Column(db.VARCHAR(length=128), nullable=True)
confirmed = Column(db.INTEGER(), nullable=True)

def get_id(vchytel, uchen):
    """
        :param vchytel: vchytel name
        :param uchen: uchen name
        :return: unique prymischenna id string
    """
    uchen = '-' + uchen if uchen is not None else ''
    return (vchytel.lower() + uchen.lower()).replace(' ', '_')

def get_stan_last_report():
    report_last_data = db.session.query(Stan).all()
    report_last = {}
    for r in report_last_data:
        stats = {}
        for name in utils.UCHEN_NAMES:
            stats[name] = getattr(r, name)
        report_last[r.prymischenna_id] = stats
    return report_last

def update_data_by_dataframe(self, df):
    report = df.to_dict(orient='records')
    report_last = self.get_stan_last_report()
    for value in report:
        prymischenna_id = self.get_id(value['vchytel'], value['uchen'])
        value['prymischenna_id'] = prymischenna_id
        changed = (
            (len(report_last) == 0) or

```

```

        (prymischenna_id not in report_last) or
        (utils.get_covid_values_sum(value) !=
         utils.get_covid_values_sum(report_last[prymischenna_id]))
    )
    if not changed:
        continue
    logging.info(f" prymischenna: {prymischenna_id}")
    data = dict(value)
    for name in utils. UCHEN_NAMES:
        value = data[name]
        if np.isnan(value):
            data[name] = None
            continue
        data[name] = int(value)
    data['update_time'] = datetime.datetime.now()
    report = Stan(**data)
    db.session.merge(report)
    db.session.commit()

def update_data(self):

    logging.info('Updating vchytel data')
    self.update_data_by_dataframe(covid_stan.get_report_ vchytel ())
    logging.info('Updating uchens data')
    self.update_data_by_dataframe(covid_stan.get_report_ru())
    logging.info('Updating uchen data')
    self.update_data_by_dataframe(covid_stan.get_report_us())

def to_dict(self):
    Create dict from model object

```

```
:return: dict
return {
    'report_date': utils.datetime2string(self.update_time, time=True),
    'vchytel': self.vchytel,
    'uchen': self.uchen,
    'confirmed': self.confirmed,
}
```

```
Index('ix_covid_stan_vchytel', Stan.vchytel)
```

```
Index('ix_covid_stan_uchen', Stan.uchen)
```

ДОДАТОК Б
Слайди презентації

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

**Дослідження та програмна реалізація
методів моніторингу поширення
COVID-19 в середній школі**

Виконав: студент 2 курсу, групи КНТЗ-119м

Лавренко А.А.

Керівник: професор кафедри ПЗ

Табунщик Г.В.

Рисунок Б.1 – Слайд № 1

- **Об'єкт дослідження** – методи моніторингу вірусних інфекцій в школі.
- **Предмет дослідження** – програмна реалізація методів моніторингу поширення COVID-19 в середній школі.
- **Мета роботи** – створення програмної реалізації системи для моніторингу поширення COVID-19 у середній школі.
- Відповідно до мети були поставлені наступні **завдання**:
 - провести аналіз ситуації в Україні;
 - провести аналіз програмних засобів для дослідження та моніторингу поширення COVID-19;
 - проведено проектування бази даних для школи;
 - розробити програмну реалізацію системи для моніторингу поширення COVID-19 у середній школі.

Рисунок Б.2 – Слайд № 2

Дослідження предметної області

Епідеміологічні дослідження повинні бути невід'ємною частиною системи охорони здоров'я при плануванні і реалізації програм профілактичного втручання.

На сьогоднішній день найбільше моніторингу приходить на розповсюдження COVID-19. Заразитися COVID-19 можуть представники всіх вікових категорій. Літні люди і люди, хворі певними захворюваннями (наприклад, астму, діабет, болючим серцем), схильні до підвищеного ризику розвитку важких форм інфекції.

Особливо важливим є захист дітей та освітніх установ від інфікування коронавірусом.

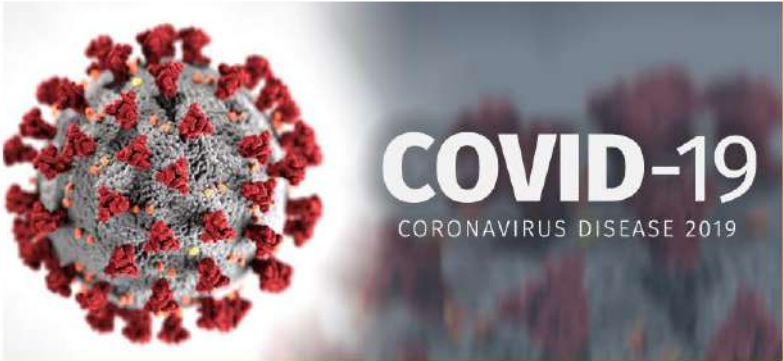


Рисунок Б.3 – Слайд № 3

Коронавірус в Україні

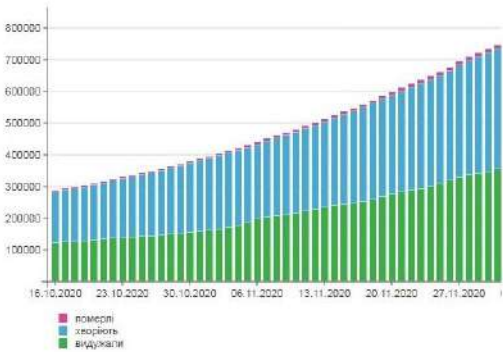


Рисунок 1 – Статистика інфікованих

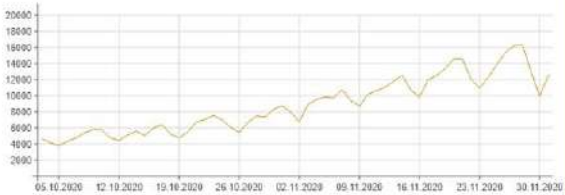


Рисунок 2 - Кількість інфікованих по днях

Рисунок Б.4 – Слайд № 4

Архітектура моніторингових систем

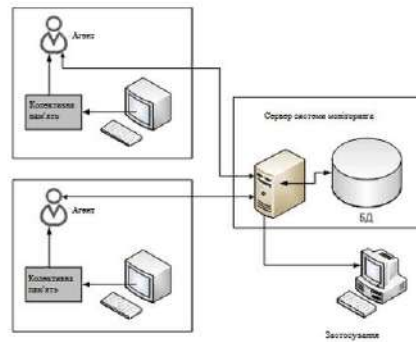


Рисунок 3 – Архітектура системи моніторингу

Рисунок Б.5 – Слайд № 5

Існуючі аналоги систем моніторингу

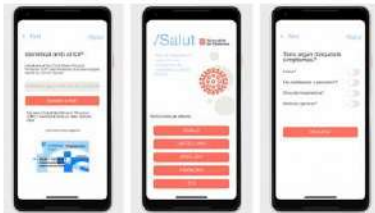


Рисунок 4 – Застосування StopCovid



Рисунок 5 – Застосування «Соціальний моніторинг»



Рисунок 6 – Вигляд системи моніторингу в Україні

Рисунок Б.6 – Слайд № 6

Методи прогнозування та моніторингу розповсюдження захворювання

Статистичні методи:

- регресивні моделі;
- авторегресивні.

Прогнозування на базі фільтрації:

- Вейвлет-декомпозиція;
- фільтр Калмана.

На основі машинного навчання і прецедентів:

- Байєсові мережі;
- штучні нейронні мережі;
- міркування на основі прецедентів.

Математичне моделювання поширення інфекції:

- аналітичні моделі;
- імітаційні моделі.

Рисунок Б.7 – Слайд № 7

Алгоритми сортування в БД

Таблиця 1 – Складність алгоритмів сортування

Алгоритм	Найкращий випадок	Середній випадок	Найгірший випадок
Швидке сортування	$O(n \log(n))$	$O(n \log(n))$	$O(n^2)$
Злиття	$O(n \log(n))$	$O(n \log(n))$	$O(n \log(n))$
Пірамідальне сортування	$O(n \log(n))$	$O(n \log(n))$	$O(n \log(n))$
Сортування бульбашкою	$O(n)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$
Сортування вставкою	$O(n)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$
Сортування вибором	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$
Порозрядне сортування	$O(nk)$	$O(nk)$	$O(nk)$

Рисунок Б.8 – Слайд № 8

Вхідна інформація

Вхідна інформація являє собою інформацію про вчителів, учнів, стан, приміщення, а також звіти.

Кожен запис в таблиці вчителів має:

- ПІБ;
- клас в якому викладає;
- приміщення;
- стан.

Кожен запис в таблиці учнів має:

- ПІБ;
- клас;
- приміщення;
- стан.

Кожен запис в таблиці приміщення містить:

- назва приміщення;
- номер.

Кожен запис в таблиці стан містить:

- результати температурного скринінгу;
- наявність засобів індивідуального захисту;
- дата.

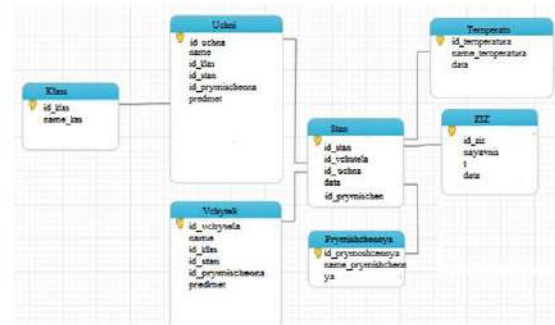


Рисунок 7 – Модель БД

Рисунок Б.9 – Слайд № 9

Основні вкладки застосування

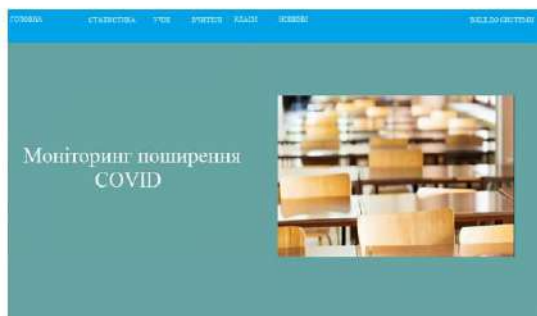


Рисунок 8 – Головна сторінка застосування



Рисунок 9 – Меню новини

Рисунок Б.10 – Слайд № 10

Алгоритми для сортування даних

Таблиця 2 – Порівняння швидкості виконання алгоритму

	Bubble	Selection	Insertion	Heap	Merge	Quick
1	5.53188	1.23152	1.60355	0.04006	0.02619	0.01639
2	4.92176	1.24728	1.59103	0.03999	0.02584	0.01661
3	4.91642	1.22440	1.59362	0.04407	0.02862	0.01646
4	5.15470	1.25053	1.63463	0.04128	0.02882	0.01860
5	4.95522	1.28987	1.617596	0.04515	0.03314	0.01885

Рисунок Б.11 – Слайд № 11

Статистичний аналіз

Таблиця 3 – Таблиця спостережень

Number	Class	School	All	Last Update	Confirmed	Recovered
1	5	Середня школа №86	22	01.12.20	3	1
2	6	Середня школа №86	22	01.12.20	1	1
3	7	Середня школа №86	20	01.12.20	7	2
4	8	Середня школа №86	52	01.12.20	5	1
5	9	Середня школа №86	63	01.12.20	10	3
6	10	Середня школа №86	21	01.12.20	2	1
7	11	Середня школа №86	30	01.12.20	0	0

Таблиця 4 – Розрахунок метрик по числовим колонкам

	Number	All	Confirmed	Recovered
count	498	498	32	12
mean	246	246	16	6
min	1	1	0	0
25%	125	125	8	3
50%	249	249	16	6
max	498	498	32	12

Таблиця 5 – Розрахунок по нечисловим колонкам

	Class	School	Last Update
count	11	Середня школа №86	498
unique	11	Середня школа №86	30
top	9	Середня школа №86	01.12.20
freq	8	1	13

Рисунок Б.12 – Слайд № 12

Статистичний аналіз

Таблиця 6 – Дані за певний період

Number	Class	School	Last Update	Confirmed	Recovered
1	5	Середня школа №696	03.12.20	4	1
2	6	Середня школа №696	03.12.20	1	1
3	7	Середня школа №696	03.12.20	7	2
4	8	Середня школа №696	03.12.20	7	3
5	9	Середня школа №696	03.12.20	11	4
6	10	Середня школа №696	03.12.20	2	1
7	11	Середня школа №696	03.12.20	1	0

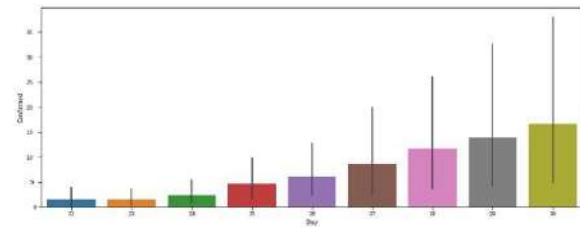


Рисунок 10 – Поширення вірусу за відрізок часу

Рисунок Б.13 – Слайд № 13

Моніторинг та прогноз поширення COVID-19

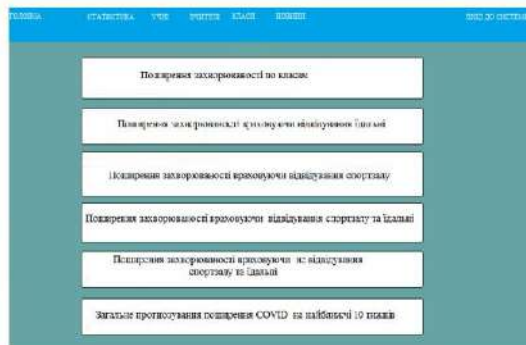


Рисунок 11 – Меню «Статистика»



Рисунок 12 – Графік зараження по класам

Рисунок Б.14 – Слайд № 14

Моніторинг та прогноз поширення COVID-19

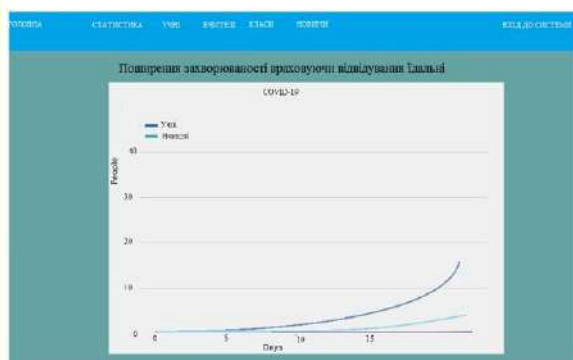


Рисунок 13 – Графік зараження за відвідуванням їдальні

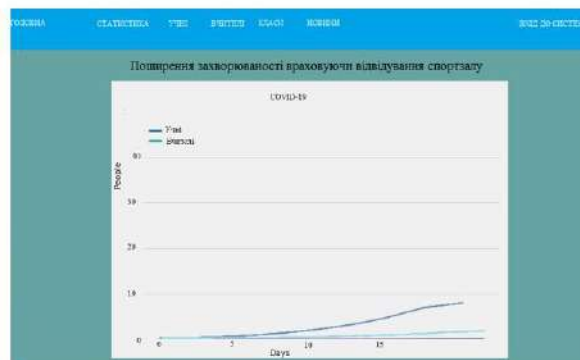


Рисунок 14 – Графік зараження за відвідуванням спортзалу

Рисунок Б.15 – Слайд № 15

Моніторинг та прогноз поширення COVID-19

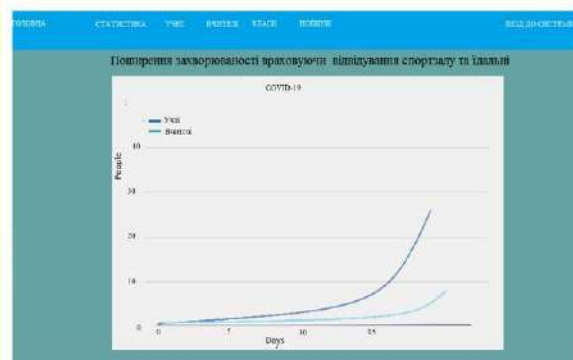


Рисунок 15 – Графік зараження за відвідуванням спортзалу та їдальні

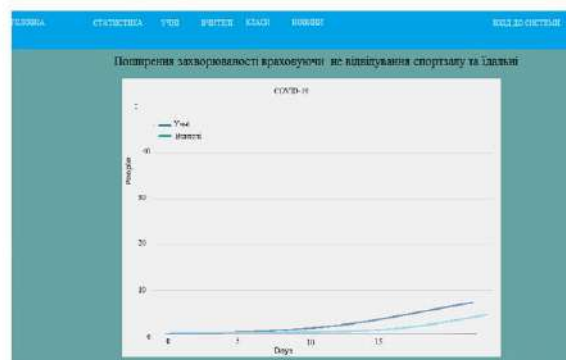


Рисунок 16 – Графік зараження при не відвідуванні спортзалу та їдальні

Рисунок Б.16 – Слайд № 16

Моніторинг та прогноз поширення COVID-19

Після отримання поточних результатів та дослідження залежності поширення Covid-19 необхідно провести прогнозування поширення на найближчі 10 тижнів.



Рисунок 17 – Прогноз поширення на 10 тижнів

Рисунок Б.17 – Слайд № 17

Техніко-економічні показники

ПОКАЗНИКИ	РЕЗУЛЬТАТ
Собівартість, грн	23 642
Число працівників	2
Фонд оплати праці, грн	17 500
Обсяг реалізації, шт.	95
Дохід, грн	47 600
Чистий прибуток, грн	14 438
Рентабельність програми, %	61

Рисунок Б.18 – Слайд № 18

ВИСНОВОК

В умовах пандемії, особливого значення набувають наукові дослідження з аналізу і прогнозу ймовірних сценаріїв розвитку епідемій небезпечних інфекційних захворювань.

В ході дипломної роботи було виконано наступні завдання:

- проведено аналіз ситуації в Україні;
- проведено аналіз програмних засобів для дослідження та моніторингу поширення COVID-2019;
- проведено проектування бази даних для школи;
- розроблено програмну реалізацію системи для моніторингу поширення COVID-2019 у середній школі.

Розроблено програмну реалізацію методу моніторингу поширення COVID-2019 у середній школі, яка обробляє данні про стан вчителів та учнів та робить короткостроковий прогноз.

Галузь використання – моніторинг захворювань в навчальних закладах.

Рисунок Б.19 – Слайд № 19

Дякую за увагу!

Бережіть себе!

Рисунок Б.20 – Слайд № 20