

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ**

Факультет геоінформаційних систем і управління територіями

Кафедра геоінформатики і фотограмметрії

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

**«ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ. ДОСЛІДЖЕННЯ
РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ВІРУСУ COVID-19 НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ»**

Мартовицька Анастасія Вячеславівна

Київ 2022

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ**

Факультет геоінформаційних систем і управління територіями

Кафедра геоінформатики і фотограмметрії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

проф., д.т.н. Карпінський Ю.О.

“ _____ ” _____ 2022 року

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА

**ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

«Геоінформаційне моделювання. Дослідження розповсюдження вірусу COVID-19 на території України»

Виконала студент групи ГСТ-61

193 «Геодезія та землеустрій»

Геоінформаційні системи і технології

Мартовицька А.В.

Керівник: Нестеренко О.В., доцент., к.т.н.

Київ 2022

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: Геоінформаційні системи і управління територіями

Кафедра: Геоінформатики та фотограмметрії

Освітній рівень: «Магістр за ОПП»

Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

Спеціалізація: Геоінформаційні системи і технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

Доцент.,к.т.н. Нестеренко О.В.

“04” жовтня 2022 року

ЗАВДАННЯ

**ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТЬНОГО
СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Мартовицька Анастасія Вячеславівна

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи: «Геоінформаційне моделювання. Дослідження розповсюдження вірусу COVID-19 на території України»

2. Керівник роботи Нестеренко Олена Вікторівна, доцент к.т.н.

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

затверджені наказом ректора КНУБА від № 1793/2“16” листопада 2022 року

3. Строк подання студентом роботи _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

ВСТУП

**Розділ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ ПАНДЕМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.**

1.1. Законодавча та нормативно-правова основа галузі охорони здоров'я

1.2. Огляд предметної сфери та базові поняття

1.3. Аналіз реалізованих геоінформаційних проектів моделювання та моніторингу поширення пандемічних захворювань

1.4. Вимоги до ГІС моделювання пандемічних досліджень

Розділ 2. ТЕОРЕТИЧНА ОСНОВА МОДЕЛЮВАННЯ ПАНДЕМІЇ COVID19

2.1. Проблематика процесів моніторингу та прогнозування епідемії коронавірусу

2.2. Організаційно-технологічні особливості пандемічних систем прогнозування захворювань

2.3. Розроблення бази геопросторових даних системи моделювання поширення вірусу COVID-19

- 2.4. Розроблення структурної та функціональної моделей системи моделювання поширення інфекції
- 2.5. Методи аналізу наявності взаємозв'язків між впливаючими факторами та інфекційною захворюваністю
- 2.6. Програмне забезпечення для аналізу факторів впливу на інфекційну захворюваність

Розділ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПАНДЕМІЇ COVID19

- 3.1. Збір вихідних даних для геоінформаційного моделювання захворюваностей COVID19
- 3.2. Підготовка вихідних даних для геоінформаційного моделювання захворюваностей COVID19
- 3.3. Картографічна візуалізація даних та результатів дослідження

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

- 4.1 Аналіз потенційних шкідливих і небезпечних виробничих факторів

5. Графічний матеріал за розділами

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Календарний план виконання роботи:

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Вступ	4.10.2022	
1.1	Законодавча та нормативно-правова основа галузі охорони здоров'я	17.10.2022	
1.2	Огляд предметної сфери та базові поняття	17.10.2022	
1.3	Аналіз реалізованих геоінформаційних проектів моделювання та моніторингу поширення пандемічних захворювань	17.10.2022	
1.4	Вимоги до ГІС моделювання пандемічних досліджень	17.10.2022	
2.1	Проблематика процесів моніторингу та прогнозування епідемії коронавірусу	7.11.2022	
2.2	Організаційно – технологічні особливості пандемічних систем прогнозування захворювань	7.11.2022	
2.3	Розроблення бази геопросторових даних системи моделювання поширення вірусу COVID-19	7.11.2022	
2.4	Розроблення структурної та функціональної	7.11.2022	

	моделей системи моделювання поширення інфекції		
2.5	Методи аналізу наявності взаємозв'язків між впливаючими факторами та інфекційною захворюваністю	7.11.2022	
2.6	Програмне забезпечення для аналізу факторів впливу на інфекційну захворюваність	7.11.2022	
3.1	Збір вихідних даних для геоінформаційного моделювання захворюваностей COVID-19	28.11.2022	
3.2	Підготовка вихідних даних для геоінформаційного моделювання захворюваностей COVID-19	28.11.2022	
3.3	Картографічна візуалізація даних та результатів дослідження	28.11.2022	
4.1	Аналіз потенційних шкідливих і небезпечних виробничих факторів	28.11.2022	
	Остаточне оформлення роботи	7.12.2022	
	Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	12.12.2022	
	Попередній захист роботи на кафедрі	15.12.2022	

8. Дата видачі завдання: 4.10. 2022 року

Зав.кафедри _____ Карпінський Ю.О.
(підпис)

Керівник _____ Нестеренко О.В.
(підпис)

Студент _____ Мартовицька А.В.
(підпис)

Назва ВНЗ	Київський національний університет будівництва і архітектури		
РЕЗЮМЕ (summary) До атестаційної випускної роботи студента:	Мартовицька Анастасія Вячеславівна		
Тема	«Геоінформаційне моделювання. Дослідження розповсюдження вірусу COVID-19 на території України»		
Освітній ступінь	Магістр за освітньо-професійною програмою навчання		
Факультет	Геоінформаційних систем та управління територіями		
Кафедри	Геоінформатики та фотограмметрії		
Спеціальність	193 Геодезія та землеустрій		
Спеціалізація	Геоінформаційні системи і технології		
Керівник	Лященко Анатолій Антонович, д.т.н, професор		
Обсяг роботи	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А4
Розділ 1	<p>У світі давно розробляються та впроваджуються системи моделювання та прогнозування розвитку епідемій. Ці засоби використовують для розроблення ефективних методів стримування поширення вірусного захворювання та зупинки епідемій. Стан застосування геоінформаційних систем для моделювання епідеміологічних процесів в Україні є на початковому рівні, немає достатньо потужних систем, адаптованих до умов нашої країни та факторів, що впливають на поширення захворювання. Це призводить до значних труднощів у боротьбі з епідеміями, затрати величезних ресурсів на засоби, що є неефективними. В результаті практично кожна епідемія в Україні набуває значних масштабів. Тому розроблення системи прогнозування розвитку вірусних епідемій пристосованої для України є необхідним і дуже перспективним. Створення системи прогнозування розвитку епідемій, адаптованої до умов України, значно спрощує вибір засобів боротьби з захворюванням та дає змогу уникнути значного поширення епідемії у разі своєчасного виявлення захворювання та оперативного введення необхідних запобіжних заходів.</p>		
Розділ 2	<p>Розглянули концепцію формування бази геопросторових даних потенційних факторів, що впливають на епідеміологічні захворюваності COVID-19. Для виконання геоінформаційного моделювання епідеміологічних захворювань, база геопросторових даних містить картографічну основу дані по соціально-демографічним факторам, що найбільш вірогідно впливає на дану захворюваність за однаковий часовий проміжок та показники рівня захворюваності за цей же період для адміністративно-територіальних одиниць</p>		
Розділ 3	Тенденція поширення коронавірусної хвороби в Україні вказує на		

	<p>значну територіальну нерівномірність їх розподілу в різних регіонах і різних населених пунктах країни. Ці диспропорції поширення обумовлені особливостями комунікаціями населення в різних регіонах України, різними релігійними традиціями, нерівномірністю міграційних потоків, регіональними особливостями.</p> <p>Вірус COVID-19 почав поширюватись на кордонах України та в частності столиці місті Києві. Спалахом зараження було саме через робітників-мігрантів, іноземців та туристів, що і призвело до захворюваності вірусом в країні. Вірус може бути уповільнен через обмежувальні заходи, особливо на великі свята, початок навчального року и інше. Остаточне подолання хвороби можливе лише в результаті поступової появи колективного імунітету людей та масової вакцинації населення. Війна в країні після вторгнення росії в Україну внесла свої корективи і вакцинування уповільнуло свій темп прогнозуючи це тим, що логістика в країні стала обмежена.</p>
<i>Розділ 4</i>	<p>Розглянули охорону праці, для виявлення небезпечних та шкідливих виробничих чинників щоб запровадити відповідні заходи щодо профілактики аварійних ситуацій, виробничого травматизму і профзахворювань.</p>
<i>Висновки по роботі:</i>	<p>У роботі узагальнено існуючі статистичні дані та створено базу даних соціально-економічних, демографічних факторів, що потенційно впливають на загальний стан захворюваності населення на вірус COVID-19. Розробили тематичні карти динаміки захворюваності на вірус COVID-19.</p>
<p><u>Ключові слова:</u> Медико-демографічної геоінформаційні системи ГІС моделювання, ГІС-аналіз, моніторинг, база даних, геокартографування, структурно-функціональна модель системи моніторингу, інтелектуальний аналіз даних, атрибути, СКБД, Інструментальні ГІС, ГІС система епідеміологічного моделювання, <u>Keywords:</u> COVID-19, ArcGIS, Exploratory regression, Data Mining, ESRI, shapefiles, Virus_covid, Population,</p>	

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
Розділ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПАНДЕМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	13
1.1. Законодавча та нормативно-правова основа галузі охорони здоров'я.....	14
1.2. Огляд предметної сфери та базові поняття.....	17
1.3. Аналіз реалізованих геоінформаційних проектів моделювання та моніторингу поширення пандемічних захворювань.....	21
1.4. Вимоги до ГІС моделювання пандемічних досліджень.....	25
Розділ 2. ТЕОРЕТИЧНА ОСНОВА МОДЕЛЮВАННЯ ПАНДЕМІЇ COVID19.....	29
2.1. Проблематика процесів моніторингу та прогнозування епідемії коронавірусу.....	30
2.2. Організаційно-технологічні особливості пандемічних систем прогнозування захворювань.....	33
2.3. Розроблення бази геопросторових даних системи моделювання поширення вірусу COVID-19.....	37
2.4. Розроблення структурної та функціональної моделей системи моделювання поширення інфекції.....	41
2.5. Методи аналізу наявності взаємозв'язків між впливаючими факторами та інфекційною захворюваністю.....	43
2.6. Програмне забезпечення для аналізу факторів впливу на інфекційну захворюваність.....	56
Розділ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПАНДЕМІЇ COVID19.....	58
3.1. Збір вихідних даних для геоінформаційного моделювання захворюваностей COVID19.....	59
3.2. Підготовка вихідних даних для геоінформаційного моделювання захворюваностей COVID19.....	61
3.3. Картографічна візуалізація даних та результатів дослідження.....	63
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	74
4.1 Аналіз потенційних шкідливих і небезпечних виробничих факторів.....	75
ВИСНОВОК.....	78
Список джерел.....	81

ВСТУП

Останні декілька років суттєво змінили наші уявлення про епідеміологічні спалахи, швидкість їх розповсюдження та складні наслідки. Спалах коронавірусу стрімко поширюється у всьому світі, часто мутує і швидко змінюється, змінюються штами вірусу, показники, основні ознаки і залишається дуже важкою інфекцією, що дуже впливає на стан людей. Це все викликало страх за життя людей різних країн та взагалі всього світу. Інтенсивне поширення багатьох інфекційних хвороб потребує вивчення закономірностей епідемічного процесу, який виникає і поширюється в конкретних умовах життя суспільства. Сучасні умови життя людини потребують чіткої орієнтації лікарів на особливості перебігу епідемічного процесу, знання основних законів епідеміології і загальних напрямків боротьби та профілактики інфекційних хвороб.

Тому враховуючи ці фактори, перед сучасними епідеміологами гостро постала необхідність моделювання і прогнозування процесів поширення COVID-19, щоб оперативнo і адекватно реагувати на епідеміологічну ситуацію. Одним з таких інструментів може бути геонформаційні системи з картографічними даними, знімками дистанційного зондування, що дозволить проаналізувати на території України як розповсюджувався вірус за 2 роки відповідно до офіційних даних статистики розповсюджувався вірус на території України.

Актуальність теми. Зміни, що сталися в останнє десятиліття у розвитку технологій геоінформаційних систем (ГІС) та дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), дозволяють активніше використовувати надані ними можливості в епідеміологічному нагляді за особливо небезпечними інфекціями. Сучасні геоінформаційні системи в епідеміології – це абсолютно нові комп'ютерні технології, які забезпечують комплексну автоматизацію процесів збору, зберігання, обробки і аналізу епідеміологічної інформації з її візуалізацією на електронних картах.

Удосконалювання епіднагляду за небезпечними інфекціями на основі застосування сучасних технологій є актуальним завданням.

Пошук раціональних рішень зазначених проблем йде в різних напрямках, у тому числі із застосуванням методів математичного та комп'ютерного моделювання COVID-19 на території окремих міст, регіонів і країни в цілому. Все це робить актуальними науково-дослідні роботи по створенню сучасних комп'ютерних інформаційно-аналітичних систем протидії COVID-19 із застосуванням всього потенціалу новітніх ГІС-технологій.

Ситуація, що склалася із розповсюдженням інфекційних хвороб в Україні викликає занепокоєння не тільки медиків, але й представників міжнародної спільноти і перших осіб держави.

За даними ВООЗ, інфекційні захворювання набули стійкої тенденції до поширення. В країні щорічно через інфекційні захворювання за медичною допомогою офіційно звертаються майже 10 млн. чоловік (90% цієї кількості припадає на грип та гострі респіраторні захворювання). За останній період в десяти (переважно південних та східних) областях України в об'єктах навколишнього середовища було виявлено 820 культур холерних вібріонів, було зареєстровано 1383 хворих та 1018 носіїв.

За даними епіднагляду захворюваність на туберкульоз за 2018 рік становить 62,3 на 100 тис. населення. Отже в Україні в 2018 році було недовиявлено близько 22% випадків ТБ. У 2019 році захворюваність на ТБ (нові випадки + рецидиви) становила 60,1 на 100 тис. населення, що на 3,6% нижче рівня 2018р. (62,3 на 100 тис. населення). Протягом останніх п'яти років захворюваність знизилась на 17,3% (з 70,5 у 2015 році до 60,1 на 100 тис. населення у 2019 році), а також відзначено зниження захворюваності приблизно на 4% щорічно у період з 2013 по 2019 рр. (у Європейському регіоні ВООЗ за відповідний період зниження на 5% на рік). Найвищі показники захворюваності на ТБ зареєстровані у Одеській (138,5), Дніпропетровській (79,1), Херсонській (77,9), Кіровоградській (75,4) областях; нижчі показники – у Чернівецькій (40,6), Тернопільській (42,3), Харківській (48,7) областях та у м. Києві (45,0). Для реалізації стратегії по ліквідації ТБ Україна

повинна досягти до 2035 року зменшення показника захворюваності ТБ на 90% у порівнянні з 2015 роком (з 70,5 до 7,1 на 100 тис. населення). Наразі всіх цих захворювань в тому числі грип.

Швидке поширення нової коронавірусної хвороби привернуло увагу світової спільноти через серйозну загрозу здоров'ю людей. У зв'язку з цим моделювання є першорядним для пом'якшення катастрофічного впливу інфекційних захворювань та пандемій на суспільство, однак це непросте завдання. COVID-19 – це захворювання, викликане новим вірусом, що призвело до надзвичайної ситуації в усьому світі.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є вирішення проблем з розроблення методичних основ для створення систем аналізу моніторингу розповсюдження вірусу SARS-CoV-2 (2019-nCoV) на території України, для якіснішої обробки даних, для аналізу тенденції як проходило протягом декількох років розповсюдження тяжкість захворювання, кількість смертей для оцінки супення ефективності боротьби з розвитком захворюваності, для досягнення поставленої мети в роботі поставлені та виконані такі завдання:

- проведено загальний аналіз нормативно-правового забезпечення в галузі охорони здоров'я щодо захисту населення від інфекційних хвороб;
- проведений аналіз існуючих статистичних даних по поширенню захворюваності SARS-CoV-2 (2019-nCoV) на території України;
- розглянуто технологію застосування ГІС для моделювання епідеміологічних процесів;
- створено модель бази геопросторових даних;
- виконано просторовий аналіз розподілу захворюваності SARS-CoV-2(2019-nCoV)

Об'єктом дослідження магістерської роботи є заходи, що здійснюються в процесі аналізу прогнозування та швидкості, поширення та розвитку коронавірусної захворюваності на територію України.

Предметом дослідження магістерської роботи є комплекс робіт по формуванню та створенню системи геоінформаційного аналізу

Методи дослідження. При виконанні роботи були застосовані методи теоретичних досліджень – формалізація, моделювання, методи концептуального моделювання, методи статистичного та регресійного аналізу.

Наукова новизна одержаних результатів. В роботі запропоновано і обгрунтовано методику застосування ГІС для моделювання розповсюдження SARS-CoV-2 (2019-nCoV) досліджень що містять наукову новизну:

- проаналізовано документи галузі охорони здоров'я та встановлено тенденцію до застосування інформаційних технологій, зокрема геоінформаційних систем для прогнозування і аналізу розвитку епідеміологічних захворювань;
- розроблено модель бази даних факторів, що мають вплив на захворюваність;
- створено тематичні карти динаміки захворюваностей SARS-CoV-2(2019-nCoV)
- вперше отримано регресійну модель, яка встановлює зв'язки між факторами, що впливають на загальний стан захворюваності ГРВІ та грипом. Проведені дослідження встановили, що між факторами прослідковується не чіткий кореляційний зв'язок. Для виявлення сильніших взаємозв'язків між факторами, в наступних дослідженнях необхідно застосовувати методи нелінійної регресії;

Практичне значення одержаних результатів.

- результати дослідження буде враховано і використано в майбутніх дослідженнях по створенню геоінформаційної системи моделювання епідеміологічних досліджень, яка забезпечить обробку, моделювання та геовізуалізацію даних епідеміологічних досліджень;

**Розділ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ ПАНДЕМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.**

					МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Виконала		Мартовицька А.В.			<u>Геоінформаційне моделювання. Дослідження розповсюдження вірусу COVID-19 на території України»</u>	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.								
Керівник		Нестеренко О.В.				13		
Зав. каф.		Карпінський Ю.О.				КНУБА, ГІСУТ, ГІСТ-61		

1.1. Законодавча та нормативно-правова основа галузі охорони здоров'я

Система охорони здоров'я є багаторівневою функціональною керованою системою, яка створена і використовується суспільством для здійснення всього комплексу соціальних і медичних заходів, що спрямовані на охорону та зміцнення здоров'я кожної людини та населення країни в цілому.

В системі управління медичною галуззю в Україні існує чітка ієрархія та обмеження повноважень щодо вироблення політики охорони здоров'я на регіональному та муніципальному рівнях (рис.1.1) .

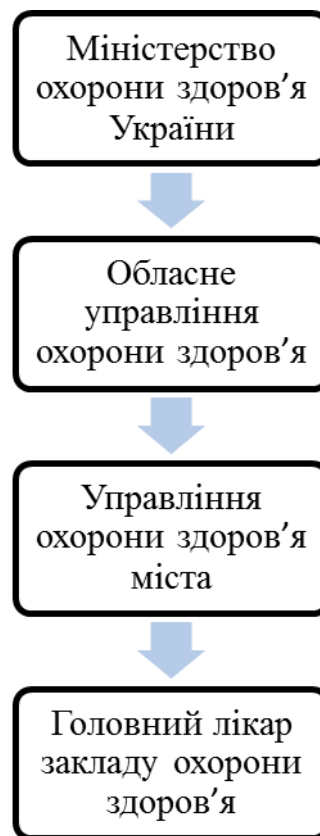


Рис.1.1. Система органів державного управління в галузі охорони здоров'я

До системи органів державного управління охорони здоров'я входять Кабінет Міністрів України, Міністерство охорони здоров'я України, Рада міністрів АРК, місцеві державні адміністрації (управління охорони здоров'я обласних державних адміністрацій, відділи охорони здоров'я районних державних адміністрацій). Державні функції в галузі охорони здоров'я здійснюють також інші органи, які мають у своєму віданні установи охорони здоров'я. До таких органів, зокрема,

належать Міноборони України, МВС України, Служба безпеки України, Мінтранс України. Ці органи визначають структуру управління відомчими установами охорони здоров'я. Органи місцевого самоврядування також беруть активну участь у реалізації державної політики в галузі охорони здоров'я населення у відповідності з Законом України «Про місцеве самоврядування в Україні».

В умовах монополії державної власності на заклади охорони здоров'я і централізованої адміністративної системи управління заклади охорони здоров'я здійснюють свою діяльність відповідно до відомчих нормативно-правових актів та забезпечують виконання планових завдань.

Україна має на сьогодні досить значну кількість нормативно-правових актів в галузі охорони здоров'я, які регулюють питання, пов'язані із захистом населення від інфекційних хвороб. У сфері охорони здоров'я це питання регулюється, насамперед:

1. ЗАКОН УКРАЇНИ «Про захист населення від інфекційних хвороб». В законі визначаються основні принципи профілактики інфекційних хвороб та пояснюються основні терміни. Відносини у сфері захисту населення від інфекційних хвороб регулюються Основами законодавства України про охорону здоров'я, законами України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", "Про запобігання захворюванню на синдром набутого імунodefіциту (СНІД) та соціальний захист населення", цим Законом, іншими нормативно-правовими актами .
2. Положення про Міністерство охорони здоров'я України. У Положенні йдеться про те, що Міністерство охорони здоров'я України (МОЗ України) є центральним органом виконавчої влади, діяльність якого спрямовується і координується Кабінетом Міністрів України. МОЗ України є головним органом у системі центральних органів виконавчої влади у формуванні та забезпеченні реалізації державної політики у сфері охорони здоров'я, формуванні державної політики у сферах санітарного та епідемічного благополуччя населення, створення, виробництва, контролю якості та реалізації лікарських засобів, медичних імунобіологічних препаратів і медичних виробів, протидії ВІЛ-інфекції/СНІДу

та іншим соціально небезпечним захворюванням. А також перелічуються покладені на МОЗ завдання.

3. ЗАКОН УКРАЇНИ «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Цей Закон регулює суспільні відносини, які виникають у сфері забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя, визначає відповідні права і обов'язки державних органів, підприємств, установ, організацій та громадян, встановлює порядок організації державної санітарно-епідеміологічної служби і здійснення державного санітарно-епідеміологічного нагляду в Україні.
4. ЗАКОН УКРАЇНИ «Про Національну програму інформатизації». Закон визначає загальні засади формування, виконання та коригування Національної програми інформатизації .
5. ГОСТ 34.003 – 90 Комплекс стандартів на автоматизированные системы. Даний стандарт встановлює терміни і визначення основних понять в сфері автоматизованих систем (АС) і поширюється на АС, що використовуються в різних сферах діяльності (управління, дослідження, проектування, і тд.), змістом яких є переробка інформації.

1.2. Огляд предметної сфери та базові поняття

Інфекційні хвороби – показник соціального й економічного неблагополуччя, їх поширення супроводжує стихійні лиха, соціальні вибухи, коли втрачається контроль за інфекціями.

За даними медичної статистики, опублікованої на офіційному сайті Міністерства охорони здоров'я, інфекційні хвороби й зараз ще залишаються однією з основних причин смертності в країнах, що розвиваються. У розвинутих країнах безпосередньо від інфекційних помирає менше людей, але кожен лікар добре знає, що у період грипозних епідемій і після них значно збільшується число смертей від серцево-судинних захворювань. У цих випадках інфекція виконує ніби роль пускового чинника. Але все впевніше і гучніше кажуть про зв'язок з інфекціями багатьох форм раку, хронічної патології серця і судин, ЦНС, репродуктивної системи та ін.

Інфекційні захворювання – це захворювання, що спричинюються живим збудником, мають здатність передаватися від хворої людини до здорової, викликаючи епідемії.

Безперервний ланцюг заражень і захворювань називають епідемічним процесом; він розвивається за наявності таких трьох обов'язкових ланок: джерело інфекції, механізм (шляхи) передачі інфекції, сприйнятливі до захворювання люди.

Масове поширення однойменних інфекційних захворювань, що мають спільні джерела інфекції, називається епідемією. Епідемії, що охоплюють кілька країн або материків, називаються пандемією.



Рис.1.2 Класифікація мікроорганізмів за їх впливом на організм людини

Періоди перебігу інфекційних захворювань. При всіх інфекційних захворюваннях від моменту зараження до появи перших помітних ознак захворювання проходить певний час, який називають інкубаційним періодом, у цей період людина видається здоровою. Тривалість інкубаційного періоду при різних інфекційних захворюваннях неоднакова — від декількох годин до декількох місяців. Від тривалості інкубаційного періоду залежить термін встановлення карантину, ізоляції осіб, які перебували в контакті з хворим. Під час інкубаційного періоду хворий незаразний. За інкубаційним періодом настає латентний період — явних ознак хвороби все ще немає, але хворий вже заразний. В цей період хворі відчувають загальну слабкість, головний біль, біль у суглобах, скаржаться на відсутність апетиту, починає підвищуватися температура. У період явних клінічних проявів наявні всі ознаки хвороби. У період видужування клінічні прояви захворювання зникають, хворий перестає бути заразним. Може закінчитися повним одужанням або перейти в хронічну форму. У деяких випадках настає смерть .

Шляхи передачі інфекції. Кожна людина має шкірний покрив та імунну систему, що захищають її організм від інфекцій. Інфекційні хвороби передаються,

переважно, двома основними шляхами: при контакті та при диханні. При дотику до носія інфекції мікроорганізми можуть проникати в організм здорової людини через поріз у шкірі, через рот або статевим шляхом. Найбільш серйозний ризик становить прямий контакт із кров'ю чи виділеннями хворого. Інфекції також можуть передаватися через предмети, забруднені кров'ю, чи виділення хворого, або через переносників — комарів, вошей, мух тощо (непрямий контакт).



Рис.1.3 Схема механізму передачі збудника інфекції

Профілактика інфекційних хвороб. Імунітет. Небезпека занесення інфекційних захворювань з інших територій та їх особливості змушують проводити систематичні профілактичні заходи.

Профілактичні заходи проти інфекційних захворювань спрямовуються на всі три ланки епідемічного процесу :

- джерело інфекції;
- механізм (шляхи) передачі збудника;
- людей, які піддаються захворюванням.

Імунітет — несприйнятливість організму до інфекційних захворювань.

У середньому віруси в 50 разів менші за бактерії. Їх неможливо побачити у оптичний мікроскоп, тому що їх розмір менший за довжину світлової хвилі. Багато вірусів швидко мутують, утворюючи численні штами та підвиди. Ці фактори істотно ускладнюють роботу з їх вивчення, створення ефективних методів лікування та прогнозування поширення епідемії .

Одним з найважливіших завдань вірусології та епідеміології є прогнозування поширення, розвитку та наслідків вірусних захворювань. Більшість масштабних епідемій були спровоковані вірусами, що передаються повітряно-крапельним шляхом. На щастя, такі віруси порівняно слабкі і смертність від них не перевищує 1 %. Щоправда, в ХХ ст. відомі факти потужних епідемій, що забрали життя мільйонів людей. Найстрашнішою була епідемія вірусу іспанського грипу АН1N1, який забрав життя мінімум 20 млн. людей, а за реальними оцінками – 50 - 100 млн. (на території Азії та Африки статистика не проводилась).

Масштабні епідемії спричинені появою нових видів вірусів, до яких не пристосований людський імунітет. Очевидно, що визначальним фактором у поширенні епідемії є густина населення та активність його змішування. Тому осередком всіх масштабних епідемій є великі міста.

1.3. Аналіз реалізованих геоінформаційних проектів моделювання та моніторингу поширення пандемічних захворювань

Демографічна ситуація в Україні характеризується зниженням рівня народжуваності за період 2014– 2019 рр. на 19,4 % з перевищенням показника смертності населення на 6,16 на 100 тис. населення. За даними Державної служби статистики, до старту карантину щомісяця від хвороб дихальних шляхів вмирало близько тисячі осіб, з них через ГРВІ та пневмонії — близько 500 людей. Згідно з даними статистики, поява коронавірусу суттєво вплинула на динаміку померлих. Так, за даними МОЗ, за 2021 рік від коронавірусу померло 86 015 українців. У порівнянні з минулими роками, на 65% зросла кількість померлих через хвороби дихальних шляхів — 27 588 осіб у 2021 році проти 16705 у 2020.

В середньому у 2021 році від коронавірусу в Україні помирало 7168 осіб на місяць. Через хвороби дихальних шляхів — 2299 людини. Коронавірус у 2021 році став другою по частоті причиною смертей українців (12%). Третє місце посідає онкологія — 10,4%. Найчастіша причина незмінна — це серцево-судинні захворювання (60,2%).

При цьому частка випадків смерті чоловіків працездатного віку в загальній кількості смертей складає 20,3 %. Частка сільського населення має тенденцію до скорочення і становить 30,99 % в його загальній кількості. Відзначають високі рівні зареєстрованих випадків поширеності хвороб як серед всього, так і серед дитячого населення. Спостерігають тенденцію до зниження вказаних показників, що є чинником зменшення звертань населення до закладів охорони здоров'я. Встановлено різке погіршення епідемічної ситуації в країні та високі рівні саморуйнівної поведінки населення. При цьому більшість населення безвідповідально ставиться до власного здоров'я.

Система покликана відповідати за накопичення та обробку різноманітної інформації, прив'язаної до території, формування табличних, графічних і картографічних звітів для пошуку відповідей і вирішення трьох основних завдань управління регіоном з урахуванням вимог медико-географічної галузі:

- Оптимізація ресурсів і їх планування на перспективу.
- Аналіз і прогноз територіального розподілу медико-демографічних та соціально-економічних показників.
- Виявлення причинно-наслідкових зв'язків між показниками територіально-розподілених факторів і відгуками у вигляді медичних показників і, як наслідок, - кількісна та якісна оцінка медичних, екологічних та інших ризиків.

Сутнісна частина медико-демографічної геоінформаційної системи представлена декількома наборами просторових даних, приведеними до загальної системи координат і єдиної проекції і містять інформацію про елементи географічної основи, медичних та демографічних особливостей населення в розрізі муніципальних утворень республіки і їх центрів. На основі бази географічних даних в «настільному» додатку ArcGIS підготовлена серія карт для подальшої публікації в мережі Інтернет (Інтранет). Web-додаток складається з набору інтерактивних тематичних і базових шарів з можливістю їх підключення або відключення.

Одним з основних результатів реалізації проекту стане інтерактивна електронна карта, що в наочному вигляді відображає дані з прив'язкою до території та з шарами різної тематичної спрямованості. Вона надасть можливість швидкого проведення комплексного демографічного аналізу по заданих параметрах як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі. В аналіз будуть залучені соціально-економічні дані, дані про чисельність населення, доходи людей і т.д. Крім цього, необхідними складовими стануть базові просторові дані і дані про інфраструктуру, вони важливі для аналізу просторової поведінки населення.

Медико-демографічна ГІС дозволяє дає можливість отримувати просторові уявлення та демонструвати отримані результати, важливе у плані узагальнення та впорядкування даних про стан пацієнтів, атакованих кліщами і заражених різними видами збудників інфекційних захворювань на певних територіях. Медична ГІС може використовуватися у прогнозуванні епідеміологічної небезпеки у населених пунктах окремих регіонах.

ГІС технології як елемент інформатизації галузі охорони здоров'я

Розвиток охорони здоров'я України відображає ефективність державного управління системою охорони здоров'я. Це зумовлює необхідність постійного вдосконалення існуючих і розроблення нових методів і технологій прийняття й реалізації управлінських рішень, спрямованих на забезпечення економічно обгрунтованої та соціально спрямованої політики оптимізації галузі охорони здоров'я.

Геоінформаційні технології (ГІС технології) — це технологічна основа створення географічних інформаційних систем, що дозволяє реалізувати функціональні можливості ГІС. ГІС технології поєднують операції з базами даних (запит, статистичний аналіз) з унікальною візуалізацією. Серед переваг використання ГІС технологій в охороні громадського здоров'я виокремлюють наступні

1. Сприяння керівникам, практикам і дослідникам у виявленні зв'язків між даними з різних сфер життєдіяльності суспільства. Наприклад, для реалізації Програми з профілактики отруєння дітей свинцем необхідно мати базу даних про житлові будинки, збудовані до 1950х років (коли ще використовували фарби на основі свинцю), карту з адресами вулиць, базу даних лікарень для встановлення адрес новонароджених дітей. Поєднуючи ці бази даних, за допомогою ГІС технологій можна ідентифікувати немовлят з високим ризиком отруєння, і тоді фахівці можуть ретельно обстежити визначені домогосподарства.

2. Лікарі і дослідники отримують нові дані на основі ГІС технологій. Наприклад, місцеві управління охороною здоров'я можуть використовувати маркетингові дані про зростання продажу тютюнових виробів для запровадження програм з профілактики тютюнопаління.

3. Геоінформаційні технології є дієвим інструментом для потреб споживачів і надавачів медичної допомоги, так і для аналізу результатів політики з реформування системи охорони здоров'я.

4. Порівняно з таблицями і графіками, вебкарти (створені на основі ГІС) — більш ефективний інструмент для розробників політики у сфері громадського здоров'я, оскільки дозволяє виявляти тенденції, залежності і взаємозв'язки, які залишаються прихованими в даних, відображених лише в табличній формі.

Геокартографування (англ. geomapping) в охороні здоров'я розглядають як інструмент просторової багатовимірної візуалізації даних про стан громадського здоров'я, профільну структуру системи охорони здоров'я тощо. Для сучасних картографічних ресурсів характерна "кастомізація" — індивідуальне налаштування вихідного документа відповідно до вимог користувача. Користувач отримав можливість працювати з картою, яка створюється до його потреб і запитів. ГІС можемо розглядати як засіб для оцінки ризиків, прийняття рішень, оцінки втручання та планування в галузі охорони здоров'я. Сьогодні з мінімальними інвестиціями з точки зору бюджету та трудових ресурсів, за відносно короткий проміжок часу можна перетворити ГІС на засіб, адаптований до системи охорони здоров'я.

1.4. Вимоги до ГІС моделювання пандемічних досліджень

В магістерській роботі виконується геоінформаційне моделювання епідеміологічних досліджень за допомогою програмного забезпечення ESRI на платформі ArcGIS.

Починаючи з версії ArcGIS, в наборі Моделювання просторових взаємовідношень є набір інструментів, що дозволяє виконувати експлораторну/дослідницьку регресію (Exploratory regression) стосовно просторових об'єктів (тобто геокодованих або таких, що мають геопросторову прив'язку) та їх характеристик.

Об'єктом дослідження є територія України, в якості таксономічних одиниць виступають 24 адміністративні області. Луганська та Донецька область рахувалась тільки підконтрольній частині України. Для досягнення поставленої мети необхідне вирішення наступних задач: оцінка та перетворення доступних статистичних даних з метою створення селективної статистичної вибірки даних, попередній аналіз факторів та величини їх впливу, пошук оптимальної комбінації факторів та моделей, що описують взаємозв'язок між незалежними змінними (факторами) та залежною змінною (захворюваністю населення).

Для ефективного використання створеної системи, вона повинна відповідати ряду вимог:

- Забезпечувати збереження та оброблення великої кількості даних;
- Виконувати аналіз даних;
- Знаходити коефіцієнти залежності між залежною величиною та незалежними факторами;
- Створювати вибірку даних, по окремих факторах, що відповідає вимогам користувача;
- Створювати звітні документи;
- Спираючись на наявні дані забезпечити можливість прогнозування розвитку епідеміологічної захворюваності.

Для впровадження будь-якої ГІС необхідні дані, отримання яких часто є непростю задачею і вимагає значних зусиль. Оскільки джерелами даних для подібного моделювання в ідеальному випадку є значні масиви статистичних даних спостережень за станом певних об'єктів дослідження. При цьому, чим більша статистична вибірка береться до уваги і чим більше факторів впливу на залежні змінні буде виявлено, тим точнішою буде модель оцінки їх динаміки. В період з 2020 року по 2022 рік вдалося отримати дані по таким факторам/показникам:

- кількість міського, сільського, дитячого та дорослого населення;
- кількість випадків захворюваностей ГРВІ та грипом;
- кількість економічно активного населення віком 15-70 років;
- середньорічна кількість поїздок в міському транспорті однієї особи;
- забезпеченість населення лікарями в розрахунку на одну особу;
- кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря;
- рівень зареєстрованого безробіття (відношення кількості безробітних, зареєстрованих у державній службі зайнятості до середньорічної кількості населення працездатного віку, у відсотках);
- середньомісячний грошовий дохід населення;
- кількість міського населення;
- міграційний приріст;
- рівень смертності.

Висновки до першого розділу:

1. Сьогодні продовжується процес урбанізації не тільки в Україні, а й у всьому світі, тому, на жаль, можна констатувати, що в майбутньому кількість та розмах епідемій не зменшуватимуться. Враховуючи величезну швидкість поширення вірусу як в межах окремого міста, так і у всьому світі, на перший план виходить оперативність та адекватність реагування державних органів на епідеміологічну ситуацію. Пандемія останніх років яскраво показала, що прогнозування та оцінка епідеміологічної ситуації далекі від ідеалу. Експерти складають прогнози на основі обмежених та недостовірних наборів даних про аналогічні віруси, а також на підставі інформації про поширення вірусу в інших країнах. Часто такі прогнози не дають навіть близького до правди результату.
2. Основним завданням прогнозування розвитку пандемії є не оцінка кількості людей, що захворіють, та ступенів складності захворювання, а розроблення ефективних методів стримування та зупинки пандемії. Швидкість поширення вірусних захворювань не дає змоги експериментувати із засобами стримування, а вимагає швидкої ефективної стратегії боротьби з пандемією вже в перші дні поширення. Це можливо лише за наявності адекватної комп'ютерної моделі розвитку епідемії в умовах певної країни та можливості швидкого вивчення різноманітних засобів стримування та профілактики на поширення вірусу.
3. Прогресивні організації охорони здоров'я, активно використовують геоінформаційні технології, розширюють спектр застосування сучасних інформаційних технологій за різними напрямками - починаючи від підвищення ефективності використання електронних медичних записів і закінчуючи якістю обміну інформацією про охорону здоров'я.

4. У світі давно розробляються та впроваджуються системи моделювання та прогнозування розвитку епідемій. Ці засоби використовують для розроблення ефективних методів стримування поширення вірусного захворювання та зупинки епідемій. Стан застосування геоінформаційних систем для моделювання епідеміологічних процесів в Україні є на початковому рівні, немає достатньо потужних систем, адаптованих до умов нашої країни та факторів, що впливають на поширення захворювання. Це призводить до значних труднощів у боротьбі з епідеміями, затрати величезних ресурсів на засоби, що є неефективними. В результаті практично кожна епідемія в Україні набуває значних масштабів. Тому розроблення системи прогнозування розвитку вірусних епідемій пристосованої для України є необхідним і дуже перспективним. Створення системи прогнозування розвитку епідемій, адаптованої до умов України, значно спрощує вибір засобів боротьби з захворюванням та дає змогу уникнути значного поширення епідемії у разі своєчасного виявлення захворювання та оперативного введення необхідних запобіжних заходів.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНА ОСНОВА МОДЕЛЮВАННЯ ПАНДЕМІЇ COVID19

					МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Виконала		Мартовицька А.В.			Геоінформаційне моделювання. Дослідження розповсюдження вірусу COVID-19 на території України	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.								
Керівник		Нестеренко О.В.				29		
Зав. каф.		Карпінський Ю.О.				КНУБА, ГІСУТ, ГІСТ-61		

2.1. Проблематика процесів моніторингу та прогнозування епідемії коронавірусу

Зазвичай прогнозування процесів виникнення та розвитку епідемій, сезонних захворювань, як епідемій, має важливе загальнодержавне значення і являється прогнозуванням надзвичайної ситуації загальнодержавного масштабу, але на сьогоднішній день вміти спрогнозувати такі епідемії з мінімальними кількістю даних, оскільки немає великих досліджень. Серед існуючих моделей аналізу епідеміологічного процесу, можна виділити декілька, що найчастіше використовуються на практиці.

Перша з них використовується для оперативного аналізу та прогнозування епідеміологічної ситуації на загальнодержавному рівні (затверджена П.Н. Бургасовим у 1987 році) [20]. Ця модель дає можливість прогнозувати епідемічні пороги. В ній застосовуються методи, що основані на статистичних даних за останні 5–10 років.

Друга методика запропонована Барояном-Рвачовим [21]. Вона надає можливість спрогнозувати поширення епідемії по містах України з урахуванням впливу пасажиропотоків як передатчиків епідемії. Дозволяє спрогнозувати поширення захворювань у тому чи іншому місті після занесення в нього вірусу (виявлення перших грипозних захворювань).

Третя модель запропонована групою авторів під керівництвом К.М.Синяка [22]. Вона використовує методи статистичного прогнозування.

Верифікація усіх перелічених моделей базується на використанні статистики захворюваності під час поточної епідемії, оскільки в минулому епідемія мутувала та немає достовірної інформації. При цьому використовуються дві основні гіпотези:

- динаміка кожної епідемії унікальна, і показники динаміки процесу можуть розраховуватися або по об'єктах, де епідемія вже почалася, або за даними першої третини часу проходження епідемії на даному об'єкті.

Саме на цій основі пропонується розглядати проект базової інформаційно-аналітичної системи моніторингу і прогнозування [23], яка в процесі роботи буде

поповнююватися новими статистичними та прогнозними даними, якими користуються епідеміологи при встановленні впливу на поширення тривалості епідемії в залежності від пори року, метеоумов, регіону, пасажиропотоків, типу збудника, оцінки адекватності моделей, поповнююватися новими моделями, які будуть з'являтися.

Базова система може працювати як централізована система, коли всі розрахунки і відображення виконуються по усіх регіонах безпосередньо в інформаційно-аналітичному центрі (ІАЦ) МОЗ України, куди надходить відповідна моніторингова інформація, так і децентралізовано у складі регіональних підсистем загальнодержавної системи Епідеміологічного урядування [24]. В цьому випадку прогнозні розрахунки виконуються безпосередньо в регіонах. Вхідні дані теж зберігаються на місцях, а в ІАЦ надходять лише результати прогнозу і статистичні дані для графічного їх відображення. У використанні такої технології важливим складовим елементом базової інформаційно-аналітичної системи є ГІС-складова, яка швидко забезпечує відображення в он-лайн режимі статистичних та прогнозних даних на цифрових мапах України та областей у вигляді графіків, діаграм та ін.

Бази даних, що лежать в основі електронних карт, дозволяють згрупувати безліч розрізнених випадків захворювання в окремий клас подій зі схожими симптомами і єдиним діагнозом. Нанесення цих подій на карту показує не тільки зв'язок окремих випадків між собою, але і взаємозв'язок кожного випадку з фізичною, політичною і соціальною сферами, що формують загальне середовище на території, де відзначений спалах епідемії. Нанесення інформації на карту допомагає вписати окремі зафіксовані випадки і події в загальну картину [25].

З цієї точки зору, карти мають справу з цифрами і статистикою. Немає особливого сенсу наносити на карту одиничний випадок на порожній фон. Але коли поодинокі випадки стають схожими, коли їх зафіксовано 5, 500, а то й 50000, тоді має бути створена відповідна карта. І якщо раніше для цих цілей застосовувалися папір, ручка, компас і транспортир, то зараз з набагато більшою ефективністю та результативністю використовуються картографічні інструменти географічних інформаційних систем (ГІС).

Хоча історія цього процесу досить довга, висновки незаперечні. На картах розміщуються окремі розділені за категоріями випадки, які використовуються для розгляду їх організації і виявлення зв'язку з навколишнім світом (територією).

Для реалізації можливостей, закладених в ГІС, необхідні для аналізу відомості повинні мати пряму або непряму територіальну прив'язку [26], тобто повинна бути обрана так звана територіально-операційна одиниця (ТОО). При вивченні здоров'я населення України такий ТОО може бути область, всередині області - райони чи міста. Вибір в якості ТОО тих чи інших адміністративних утворень значною мірою пов'язаний з відносною легкістю отримання статистичної інформації, в більшості випадків узагальнює в межах відповідних територій. При аналізі медичної інформації нерідко використовуються зони обслуговування поліклінік, а всередині районів або в невеликих містах - лікарські дільниці.

Для отримання якісного результату геоінформаційного моделювання та передбачення розвитку епідеміологічних процесів, для аналізу вкрай важливо забезпечити статистичну достовірність. Хоча статистичні науки розвиваються з кожним днем, поточний стан їхнього розвитку не дозволяє забезпечити якість статистичних даних. Що перш за все зумовлено недосконалістю процесів збору статистичних даних, збереження і доступу до них. Як показує досвід розвинених країн – багато статистичних даних знаходяться у вільному доступі на спеціалізованих Інтернет ресурсах.

2.2. Організаційно-технологічні особливості пандемічних систем прогнозування захворювань

Сучасні уявлення стосовно архітектури та технології функціонування систем моніторингу епідеміологічних процесів почали формуватися з 20-х років. У цей час російським вченим В.А. Базаровим [27] була запропонована технологія поточного аналізу й виявлення тенденцій (трендів) у формуванні та розвитку закономірностей процесів. У кінці 80-х років ця методологія отримала подальший розвиток у роботах американських вчених, якими була сформована концепція так званого «технологічного прогнозування», що базується на аналізі часових рядів показників моніторингу реальних епідпроцесів, з метою виявлення негативних проблем та визначення можливих сценаріїв їх вирішення.

Технологічне прогнозування епідпроцесів при масових інфекційних захворюваннях серед населення проводиться з метою ймовірної оцінки епідемічної ситуації, що складається в передепідемічний та епідемічний періоди. Одночасно з цим, визначаються динаміка розвитку епідемії і очікувані наслідки у найближчій перспективі. Саме на цій платформі відбувається конкретизація задач, що вирішуються в процесі моніторингу і проводиться вибір оптимальних технологій для проведення «пошукового прогнозування».

Зауважимо, що традиційний аналіз розвитку епідемічної ситуації завжди відбувається в межах прийнятих управлінських рішень, спрямованих на локалізацію негативних наслідків. Виявлення процедур аналізу епідеміологічних процесів доцільно здійснювати поетапно [28].

На першому етапі проводяться дослідження, пов'язані зі створенням ефективної системи моніторингу за розвитком епідеміологічних процесів. Планування в таких системах відбувається на основі знань про конкретні епідпроцеси – обсяги та зміст накопиченої інформації, технології її обробки, зберігання, передачі і використання. Сюди включаються також знання про розробку сценаріїв моделювання, прогнозування, дослідження операцій, використання інформаційно-комунікаційних технологій.

До останнього часу більшість таких підходів до реалізації «технологічного прогнозування» зводилась до вивчення регламентованих шляхів, що можуть привести до нових технологічних досягнень, які використовуються в охороні здоров'я. При цьому відносно мало уваги приділялося інтелектуальному аналізу нерегламентованих змін причиннонаслідкових зв'язків, що виникають у результаті появи нових можливостей завдяки створенню більш об'ємних сховищ даних та знань для інформаційної й операційної підтримки аналізу.

Саме цей аспект має надзвичайно важливе значення в операціях формування управлінських рішень, пов'язаних з передбаченням епідемій та формуванням заходів ліквідації їх наслідків. У зв'язку з зазначеним, задача технологічного прогнозування епідпроцесів в охороні здоров'я виходить далеко за межі простого вивчення технологічних можливостей, існуючих в ОЗ.

Базові загальносистемні складові (програмні модулі, інформаційно-комунікаційні процедури, блоки управління даними) як метанструментарій побудови сучасних систем прогнозування епідпроцесів та архітектуру системи моніторингу, прогнозування та відображення розвитку грипозних епідемій розглянемо на рис. 2.1. і рис. 2.2 [29].

Вихідні дані	Інформаційна платформа підтримки та забезпечення	Базові функції та процедури геоінформаційного моніторингу
<p>Епідеміологічна інфраструктура системи моніторингу та прогнозування розвитку епідеміологічних процесів</p>	<ul style="list-style-type: none"> - База даних статистичної інформації захворюваності; - База знань (описи епідпроцесів, методи оцінювання стану та розвитку, прогнозовані та непрогнозовані проблемні ситуації); - Сховище даних результатів моніторингу; - Вітрини даних епідпроцесів: поточний стан, прогнозні дані; - Цифрові карти України; 	<ul style="list-style-type: none"> - Логіко-математичні моделі обробки результатів моніторингу та оцінювання ефективності прогнозування; - Моніторинг захворюваності, виявлення ознак епідемії; - Прогнозування розвитку процесів, виявлення та реєстрація непрогнозованих ситуацій;

Рис.2.1 Узагальнення засобів системи моніторингу епідеміологічних процесів

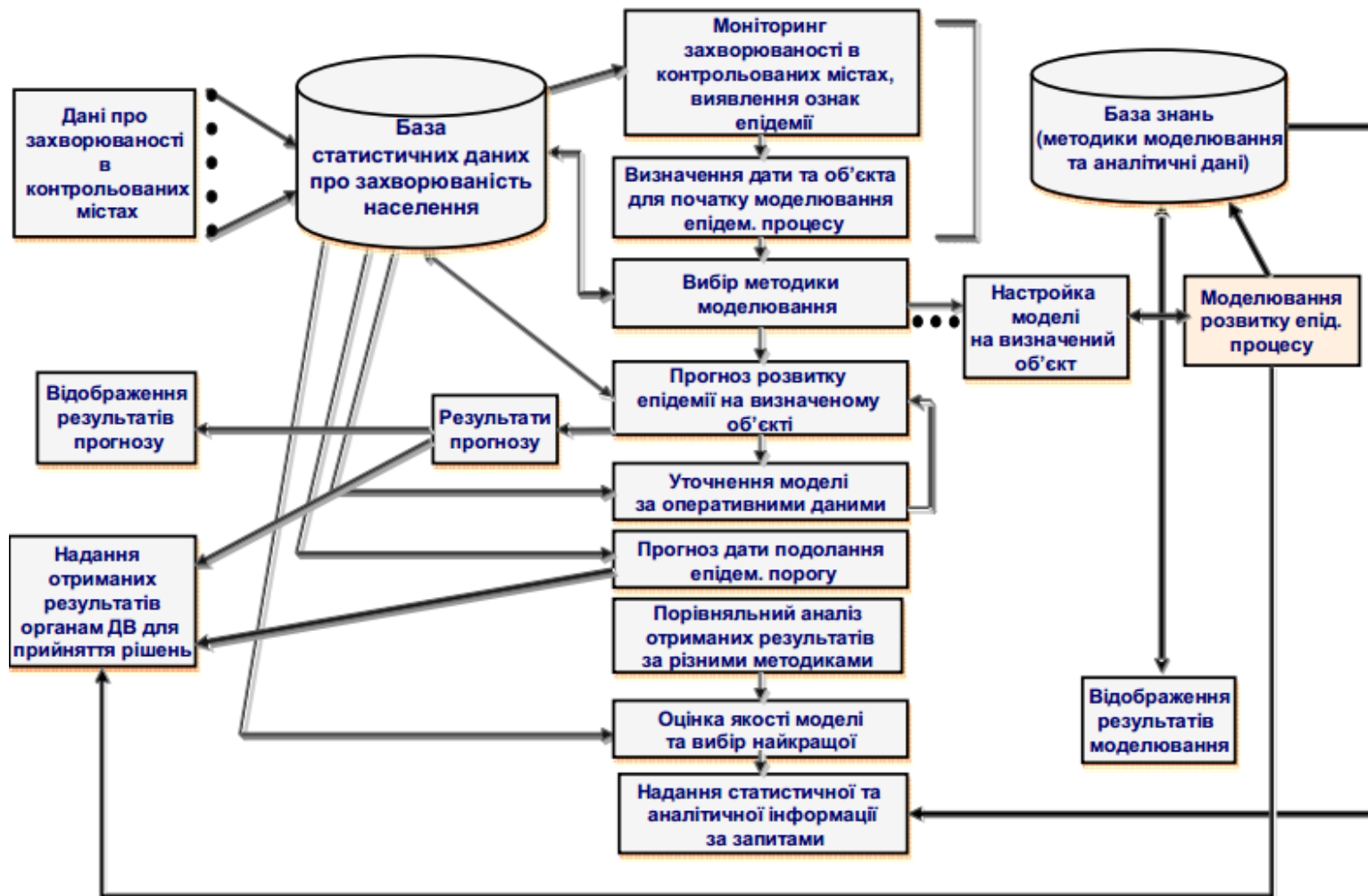


Рис.2.2 Структурно-функціональна модель системи моніторингу, прогнозування та відображення розвитку грипозних епідемій

2.3. Розроблення бази геопросторових даних системи моделювання поширення вірусу COVID-19

Структурна модель ГІС включає в себе два основні блоки:

- серверний блок;
- блок внутрішніх користувачів.

Серверний блок – це набір компонентів, які відповідають за зберігання, витягання, обробку і аналіз наявних даних. На логічному рівні в цьому блоці розташовується сервер баз геоданих, в якому зберігаються просторові дані, і сервер баз даних, в якому зберігаються непросторові, наприклад, текстові дані. Сервер баз даних виступає в ролі сховища даних, не використовуваних в ГІС безпосередньо. ГІС-сервер є комп'ютером, який виконує серверні функції по витяганню ГІС-даних і їх передачі клієнтам. На логічному рівні ГІС-сервер не включає Web-сервер, проте на фізичному рівні ці компоненти можуть бути розміщені на одному комп'ютері. Web-сервер (Internet Information Services від Microsoft) є компонентом, який відповідає за динамічне формування Web-сторінки у разі доступу до ГІС-даних по Web-протоколу [30].

Блок внутрішніх користувачів – об'єднує набір апаратно-програмних засобів і групу людей, що беруть участь у формуванні (редагуванні, оновленні) змісту баз даних і баз геоданих в серверному блоці. Доступ до даних на серверах баз геоданих може здійснюватися користувачами (ArcGIS Desktop).

Основними джерелами надходження статистичної інформації до баз даних є результати переписів населення, статистичні дані поточних обліків демографічних подій, різномірні реєстри та списки населення, а також спеціальні та вибіркові ситуативні дослідження. Названі джерела, зазвичай, не мають єдиної системи подання демографічних даних, а отже дані не впорядковані і дуже важко отримати між ними зв'язок та визначити між ними залежності. повинна входити до Національної інформаційної інфраструктури України.

Базу геопросторових даних формуємо статистичними даними по таким факторам:

- кількість міського, сільського, дитячого та дорослого населення;
- кількість випадків захворюваностей COVID-19
- кількість економічно активного населення віком 15-70 років;
- кількість незайнятих трудовою діяльністю громадян;
- середньорічна кількість поїздок в міському транспорті однієї особи;
- забезпеченість населення лікарями в розрахунок на одну особу;
- кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря;
- рівень зареєстрованого безробіття (відношення (у відсотках) кількості безробітних, зареєстрованих у державній службі зайнятості, до середньорічної кількості населення працездатного віку);
- середньомісячний грошовий дохід населення;
- міграційний приріст;
- рівень смертності;

Кожен з факторів повинен охоплювати однаковий часовий інтервал, тому виходячи з наявних даних, спільним періодом було обрано з 2020 по 2022 роки з кроком в 1 рік. Тобто за 2020,2021,2022 роки.

Створюємо чотири класи просторових об'єктів, для кожного з років:

- year_2020;
- year_2021;
- year_2022;

Де в якості просторових об'єктів є 24 адміністративні області України, а атрибутами виступають фактори, що на нашу думку мають найбільший вплив на розвиток епідеміологічних захворюваностей.

Картографічна основа містить такі шари:

Obl_region – площадний шар областей України;

Obl_center – площадний шар міст, які є обласними центрами;

Road – лінійний шар доріг;

Hydro – площадний шар гідрографії;

year_2010	Об'єктID	Sh	Obj_rl	Obj_ukr	Obj_ena	lit	Shape_Len	Shape_A	Obj_name	orvi_grpp	populati	popul_under_14	popul_after_14	popul_city	dohid	unemplo	unempl	kilk_p	migrac	zabrud	VVP	kilk_likariv	kilk_1_1
	2	Pol	ВОЛИНЬ	ВОЛИНСЬК	VOLYN_R	3	10,851184	2,538454	Волинська	17346,42053	1033493	190840	842853	526685	213,2183	8,5	2,2	90	0	55,2	3035	38,7	83,3
	3	Pol	РОВЕНЬ	РІВНЕНСЬК	RIVNE_RA	17	12,354938	2,585367	Рівненська	17755,42611	1149902	220619	929283	543278	246,9882	11,4	2,9	82	-1	48,8	3035	41,6	91,3
	4	Pol	ЛьВІВ	ЛьВІВСЬК	LVIV_RAGI	13	10,840497	2,720926	Львівська	18193,19179	2534559	398530	2136029	1524256	244,5939	7,8	1,7	84	-0,3	96,7	3035	59,5	97,9
	5	Pol	ЗАКАРПАТТЯ	ЗАКАРПАТТЯ	ZAKARPA	7	7,900744	1,548709	Закарпатська	10928,79656	1240530	231809	1008721	456724	232,6226	8,7	1,8	40	-0,7	89,9	3035	42	80,7
	6	Pol	ІВАНО-Франківськ	ІВАНО-ФРАНКІВСЬК	IVANO-FR	9	10,029192	1,702025	Івано-Франківська	13622,07763	1378336	233564	1144772	588446	242,8297	8,2	2	51	0,2	162,9	3035	59,5	90,6
	7	Pol	Чернівецька	ЧЕРНІВЕЦЬКА	CHERNIVT	24	9,146365	0,981109	Чернівецька	17296,85536	900995	151167	749028	372172	223,2975	8,5	1,9	43	0,7	49,3	3035	62	89,5
	8	Pol	Тернопільська	ТЕРНОПІЛЬСЬКА	TERNOPIL	19	9,713194	1,713287	Тернопільська	12438,80041	1090981	173482	916599	469370	209,0579	10,5	2,8	70	-0,9	58,8	3035	52,1	91,1
	9	Pol	Хмельницька	ХМЕЛЬНИЦЬКА	CHMELNY	22	10,737245	2,564496	Хмельницька	15280,36000	1338208	200902	1137306	718134	226,0617	8,6	2,6	88	-0,4	63	3035	42,3	92,8
	10	Pol	Житомирська	ЖИТОМИРСЬКА	ZHYTOMYR	6	13,184312	3,792601	Житомирська	17722,63037	1294994	203354	1091640	742070	224,9357	9,8	3	60	-0,2	68,2	3035	38,9	79,6
	11	Pol	Вінницька	ВІННИЦЬКА	VINNYTSI	2	12,308828	3,249727	Вінницька	20675,30204	1652890	247046	1405844	803599	224,5576	10	3	61	-0,2	112,5	3035	49,5	87,8
	12	Pol	Одеська	ОДЕСЬКА	ODESA_R	15	20,654998	3,92793	Одеська	17529,63736	2381116	347996	2033120	1574050	257,8254	6,1	1,4	81	2,1	75,8	3035	49	94,1
	13	Pol	АР Крим	АВТОНОМНА РЕСПУБЛІКА КРИМ	AUTONOMI	1	12,168256	3,091509	АР Крим	15034,73312	1958505	299432	1689073	1222966	250,8947	6,2	1,6	71	1,8	72	3035	52,3	88
	14	Pol	Київська	КИЇВСЬКА	KYIV_RAGI	10	15,726878	3,65254	Київська	27932,38928	1722094	244809	1477285	1038713	289,2030	7,3	1,6	92	2,6	156,4	3035	42,2	87,8
	15	Pol	Черкаська	ЧЕРКАСЬКА	CHEKAS	23	13,757105	2,585317	Черкаська	18656,70322	1300621	175640	1124981	721118	231,2364	9,9	3,3	72	-0,4	107,4	3035	39	89,3
	16	Pol	Чернігівська	ЧЕРНІГІВСЬКА	CHERNIGI	25	14,017645	4,121246	Чернігівська	22519,04452	1112787	140931	971856	683468	215,6106	10,5	2,9	78	0	87,6	3035	37,3	115,5
	17	Pol	Сумська	СУМСЬКА	SUMY_RA	18	13,480043	3,052622	Сумська	17295,96680	1181842	149637	1032205	787957	235,1429	10,6	2,9	73	-0,8	76,2	3035	39,6	96,7
	18	Pol	Полтавська	ПОЛТАВСЬКА	POLTAVA	16	13,905577	3,579706	Полтавська	23247,57777	1503576	196279	1307297	904321	264,8823	9,7	3,8	50	0,1	115,6	3035	46,9	90,6
	19	Pol	Луганська	ЛУГАНСЬКА	LUGANSK	12	13,539061	3,277897	Луганська	20980,53444	2327197	273910	2053287	2019637	286,1787	7,2	1,4	71	-1	260,4	3035	43,8	105,3
	20	Pol	Харківська	ХАРКІВСЬКА	KHARKIV	20	14,684418	3,9111	Харківська	7881,938003	2768786	332256	2434530	2201838	259,5896	7,2	1,9	53	0,7	101,9	3035	58	92
	21	Pol	Миколаївська	МИКОЛАЇВСЬКА	MUKOLAI	14	14,410619	2,869715	Миколаївська	14668,61569	1195123	171387	1023736	805938	267,4025	8,4	2,7	116	-0,3	70,1	3035	36,8	85,9
	22	Pol	Кіровоградська	КИРОВОГРАДСЬКА	KIROVOH	11	14,986228	2,990856	Кіровоградська	18028,30066	1020612	144010	878602	626199	228,7181	8,9	3,2	84	-0,7	71,2	3035	36,2	97,5
	23	Pol	Херсонська	ХЕРСОНСЬКА	CHERSON	21	15,353715	3,157118	Херсонська	16973,71393	1097768	162400	935368	668743	218,3829	8,6	1,7	72	-1,1	68	3035	35,7	102,2
	24	Pol	Запорізька	ЗАПОРІЗЬКА	ZAPORIZH	8	15,138496	3,228251	Запорізька	21750,03262	1620503	235289	1585214	1393028	275,5935	7,5	2,3	46	0,1	180,5	3035	47,9	92,8
	25	Pol	Дніпропетровська	ДНІПРОПЕТРОВСЬКА	DNIPROPE	4	17,792478	3,869714	Дніпропетровська	448076	3739919	448076	2922843	2810178	295,5381	7,1	1,8	104	0	340,9	3035	49,2	106
	26	Pol	Донецька	ДОНЕЦЬКА	DONETSK	5	14,59915	3,199032	Донецька	19880,84032	4487592	539131	3948461	4056199	321,2107	8,4	1,2	120	-0,3	357,3	3035	44,7	87,1

Рис.2.3 Фрагмент БД

ObjectID – вказує на порядковий номер об'єкту просторової локалізації.

Orvi_grpp – абсолютна кількість випадків захворюваності COVID по області.

Population – кількість зареєстрованих осіб в області.

Population_after_14 – кількість зареєстрованих осіб в області, старше 14 років.

Population_under_14 – кількість зареєстрованих осіб в області, що не досягли 14 років.

Population_city – кількість міського населення по області.

Dohid – середній по області щомісячний грошовий дохід громадян.

Unemployed_15-70 – кількість незайнятих трудовою діяльністю громадян у віці 15-70 років.

Unemployed_rate – рівень зареєстрованого безробіття (відношення (у відсотках) кількості безробітних, зареєстрованих у державній службі зайнятості, до середньорічної кількості населення працездатного віку).

Kilk_poizdok – середньорічна кількість поїздок в міському транспорті однієї особи.

Migrac_pryrist – річний міграційний приріст області.

Zabrudnennya – кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря у розрахунку кілограмів на 1 особу за рік.

Kilk_likariv – забезпеченість населення лікарями в розрахунок на одну особу.

Kilk_1_1 – забезпеченість населення лікарняними ліжками в розрахунок на одну особу.

Дослідження вихідних даних являє собою вивчення статистики наборів даних. При вивченні даних звертається увага на очевидні помилки у вихідній вибірці, які можуть сильно вплинути на результуючу поверхню з проінтерпольованими значеннями, а також досліджується розподіл даних, виявляються глобальні тренди, тощо . А також відображення їх у середовищі ArcMap [31].

Для виконання експериментального дослідження моделювання епідеміологічних явищ засобами ГІС-технологій необхідно послідовно виконати кілька етапів (рис.2.4).

Алгоритм створення моделі досліджуваного явища складається зі збору вхідних даних, підготовки вхідних даних, дослідження, моделювання



Рис.2.4 Узагальнена схема створення моделі епідеміологічного захворювання засобами ГІС

явища, порівняння та вибір найкращої моделі і подальший аналіз результуючої моделі [32]

2.4. Розроблення структурної та функціональної моделей системи геоінформаційного моделювання поширення інфекції

ГІС система епідеміологічного моделювання складається із таких складових частин (Рис.2.5):

Підсистема введення і редагування даних – повинна містити дані медичних показників захворюваностей та соціально-демографічні показники.

Підсистема аналізу – повинна аналізувати вихідні дані методами найменших квадратів та регресійного аналізу.

Підсистема формування звітів – повинна формувати звітні матеріали результатів аналізу у вигляді pdf, dbf, txt файлів.

Підсистема обробки результатів аналізу – повинна інтерпретувати звітні матеріали результатів аналізу в зрозумілий для користувача вигляд.

Підсистема формування тематичних карт – забезпечує створення тематичних карт за результатами аналізу для їх візуальної демонстрації.

Підсистема виведення запитів – повинна забезпечити формування запитів по даним соціально-демографічних та медичних факторів.

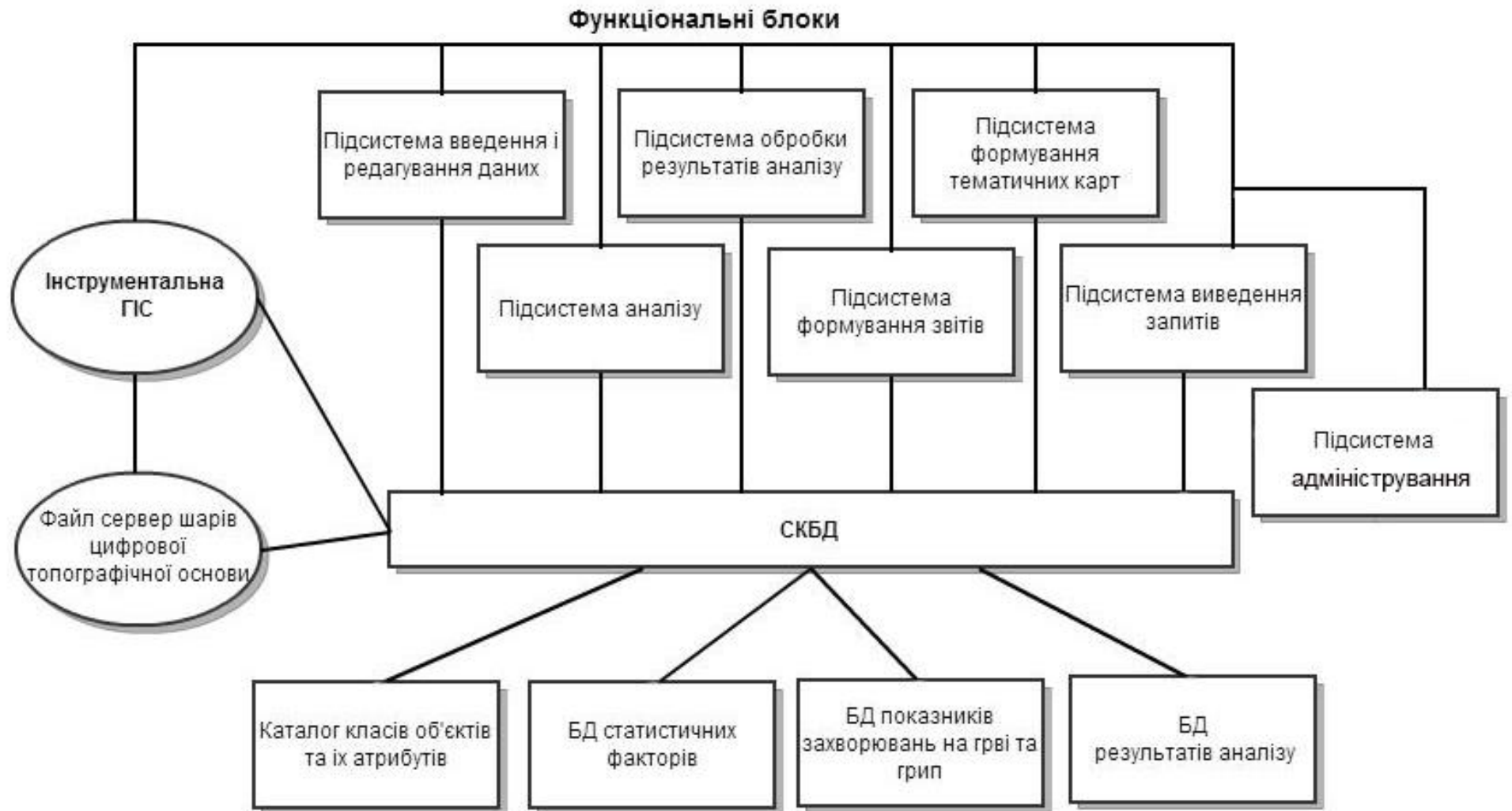
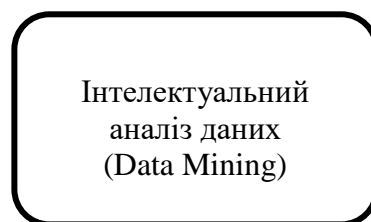


Рис.2.5 Функціональна схема системи моделювання епідеміологічного захворювання

2.5. Методи аналізу наявності взаємозв'язків між впливаючими факторами та інфекційною захворюваністю

Технологічний прогрес привів людство до нового етапу в розвитку засобів і методів оброблення даних. Потік нових ідей, які витікають із сфери комп'ютерних наук, утворених на межі статистики, теорії баз даних і штучного інтелекту, призводить до значного зростання об'єму інформації. З'являється необхідність аналітичної обробки надвеликих об'ємів даних, накопичуваних в інформаційних сховищах даних (Data Warehousing) [33]. Дана область отримала назву KDD (Knowledge Discovery In Databases – виявлення знань в базах даних).

На сьогодні існує велике різноманіття методів аналізу даних, що дозволяє вибрати найзручніший метод, виходячи із поставлених задач і наявних даних. Інтелектуальний аналіз даних – це виявлення прихованих закономірностей або взаємозв'язків між змінними у великих масивах необроблених даних. Як правило поділяється на задачі класифікації, моделювання та прогнозування (Рис. 2.6).



- описувальний аналіз
- кореляційний аналіз
- регресійний аналіз
- факторний аналіз
- дисперсійний аналіз
- компонентний аналіз
- дискримінантний аналіз
- аналіз часових рядів

Рис.2.6 Схема класифікації методів аналізу даних [34]

Розглянемо методи, що лежать в основі інтелектуального аналізу даних:

Кореляційний аналіз – метод обробки статистичних даних, за допомогою якого визначається сила зв'язку між двома змінними. (Кореляція – від лат. відношення, взаємозв'язок)[35]. Використання можливе при наявності достатньої

кількості спостережень для вивчення. Сам по собі факт кореляційної залежності не дає підстав стверджувати, що одна зі змінних є причиною зміни іншої, чи зв'язку між ними, а не спостерігається дія третього фактору.

Дискриптивний аналіз – включає описове уявлення окремих змінних. До нього відносяться створення частотної таблиці, обчислення статистичних характеристик або графічне представлення. Частотні таблиці будуються для змінних, що відносяться до номінальної шкали і для порядкових змінних, що мають не надто багато категорій [36].

Факторний аналіз – багатовимірний метод, що застосовується для вивчення взаємозв'язків між значеннями змінних. Передбачається, що відомі змінні залежать від меншої кількості невідомих змінних і випадкової помилки [37].

Дисперсійний аналіз – являє собою статистичний метод аналізу результатів, які залежать від якісних ознак. Кожен фактор може бути дискретною чи неперервною випадковою змінною, яку розділяють на декілька сталих рівнів (градацій, інтервалів). Якщо кількість вимірювань (проб даних) на всіх рівнях кожного з факторів однакова, то дисперсійний аналіз називають рівномірним, інакше – нерівномірним [38]. В основі дисперсійного аналізу є такий принцип: якщо на випадкову величину діють взаємно незалежні фактори, то загальна дисперсія дорівнює сумі дисперсій, зумовлених дією окремо кожного з факторів.

Дискримінантний аналіз — різновид багатовимірного аналізу, призначеного для вирішення задач розпізнавання образів. Використовується для прийняття рішення про те, які змінні розділяють (тобто «дискримінують») певні масиви даних (так звані «групи»). Дискримінантний аналіз є близьким до дисперсійного і регресійного аналізів, які також намагаються виразити одну з залежних змінних у вигляді лінійної комбінації інших показників або вимірювань. Однак, у двох інших методів залежна змінна є числовою величиною, в той час як у дискримінантному аналізі це категоріальна змінна [39].

Аналіз часових рядів – сукупність математико-статистичних методів аналізу, призначених для виявлення структури часових рядів і для їх прогнозування. Сюди відносяться, зокрема, методи регресійного аналізу. Виявлення структури

тимчасового ряду необхідно для того, щоб побудувати математичну модель того явища, яке є джерелом аналізованого часового ряду. Прогноз майбутніх значень часового ряду використовується для ефективнішого ухвалення рішень [40].

Регресійний аналіз – розділ математичної статистики [41], що об'єднує практичні методи дослідження регресійної залежності між величинами по статистичним даним. Його мета полягає у визначенні загального вигляду рівняння регресії, побудові оцінок невідомих параметрів, що входять у рівняння регресії, і перевірці статистичних гіпотез про регресію. При вивченні залежності між двома за результатами спостережень $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ у відповідності з теорією регресії передбачається, що одна з них Y має деякий розподіл ймовірностей при фіксованому значенні X іншої.

Сьогодні можна спостерігати зростання кількості програмних продуктів, в яких застосовані технології KDD, а також типів задач, де використання даних технологій дає вагомий економічний ефект. Елементи автоматичної обробки та аналізу даних стають невід'ємною частиною концепції електронних сховищ даних. Основним кроком KDD щодо опрацювання вмісту електронних сховищ даних є Data Mining (виявлення прихованих закономірностей або взаємозв'язків між змінними у великих масивах необроблених [даних, далі ІАД – Інтелектіальний Аналіз Даних](#)) [42]. Фактично ІАД є основним, але не єдиним елементом в множині KDD. ІАД – це процес виявлення в сирих даних раніше невідомих, нетривіальних, практично корисних і доступних інтерпретацій знань, необхідних для прийняття рішень в різних сферах людської діяльності. Як правило, поділяється на задачі класифікації, моделювання та прогнозування.

ІАД має місце в скритому рівні знань, які видобуваються з даних [43] (Рис.2.7).

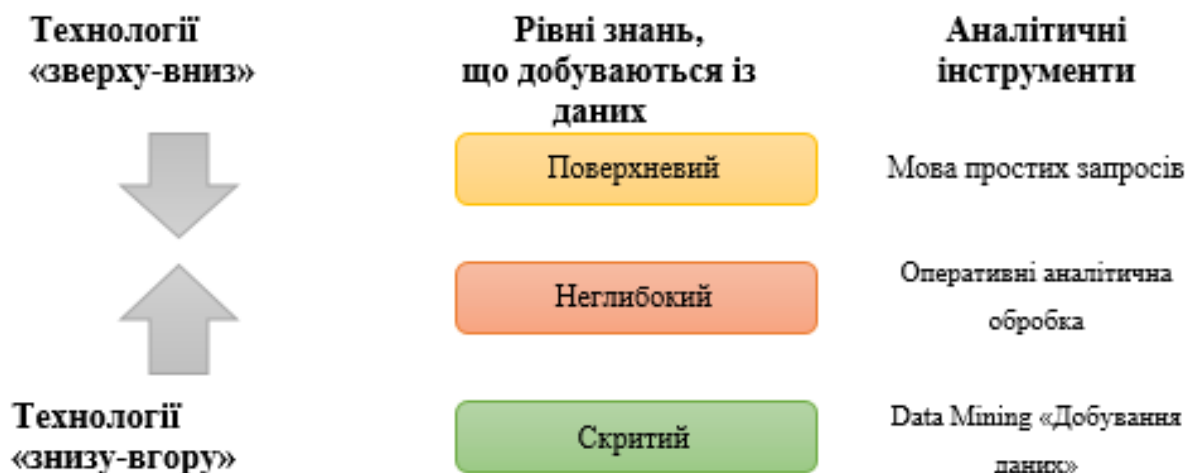


Рис. 2.7 Схема рівнів знань, що видобуваються із даних [44]

Цей процес включає три основних етапи: дослідження, побудову моделі або структури та її перевірку. В його основі лежить статистичний аналіз, що використовувався до цих пір в ролі практичного інструмента, а також такий, що приваблював математиків-теоретиків. Але до недавнього часу Data Mining був достатньо довготривалим, проводився вручну. Точність „видобутку даних” істотно залежала від того, хто його виконував. Нині, завдяки створенню нейромереж і розробці інших складних технологій, з’явилися засоби, які автоматизують цей процес, що дає можливість використовувати „видобуток даних” широкому колу користувачів.

Технологія Data Mining використовує складний статистичний аналіз і моделювання для знаходження моделей і відношень, захованих в базі даних — таких моделей, які не можуть бути знайдені звичайними методами [45]. Простий доступ користувача до сховища даних дозволяє йому отримати відповіді на виникаючі запитання, в той час, як технологія Data Mining дозволяє побачити („видобути”) такі цікаві взаємовідношення між даними, які раніше навіть не приходили користувачеві в голову та застосування яких може сприяти подальшому розвитку його діяльності.

Сфера застосування Data Mining нічим не обмежена — цією технологією можна послуговуватися всюди, де є які-небудь дані. Але в першу чергу методи Data

Mining заінтригували комерційні підприємства, які розгортають проекти на основі Data Warehousing. Data Mining становить велику цінність для керівників та аналітиків в їх повсякденній діяльності. Деякими можливими застосуваннями Data Mining є такі галузі:

- роздрібна торгівля;
- банківська справа;
- телекомунікації;
- страхування;
- інші застосування в бізнесі.

До областей спеціального використання відносять:

- медицину;
- молекулярну генетику та генну інженерію;
- прикладну хімію.

Методи Data Mining набувають все більшої популярності в ролі інструменту для аналізу найрізноманітнішої інформації, особливо в тих випадках, коли передбачається, що із наявних даних можна буде витягнути знання для прийняття рішень в умовах невизначеності.

Робота з даними стає ефективнішою, коли є можливою інтеграція наступних компонентів: візуалізація, графічний інструментарій, засоби формування запитів, оперативна аналітична обробка, які дозволяють зрозуміти дані та інтерпретувати результати і, нарешті, самі алгоритми, які будують моделі.

Запорукою успішного застосування методів Data Mining є не просто вибір алгоритму, а майстерність людини, яка проводить побудову моделі та можливості програми проводити процес моделювання [46]. Методи Data Mining ґрунтуються на фундаментальних підходах, що ними послуговуються для знаходження нових знань. Їх по-іншому називають моделями.

Розглянемо основні моделі, які використовують для знаходження нових знань на основі даних сховища. Виділяють щонайменше шість підходів щодо виявлення та аналізу знань:

- класифікація,

- регресія,
- прогнозування часових послідовностей (рядів),
- кластеризація,
- асоціація,
- послідовність.

Перші три використовуються, головним чином, для передбачення, в той час, як останні зручніші для опису існуючих закономірностей в даних.

Класифікація є сьогодні найрозповсюдженішою моделлю. За допомогою неї виявляють ознаки, які характеризують групу, до якої належить той чи інший об'єкт. Це робиться за допомогою аналізу вже класифікованих об'єктів і формулювання деякого набору правил. Одного разу встановлений ефективний класифікатор використовується для класифікації нових записів в базі даних у вже існуючі класи і в цьому випадку він набуває характеру прогнозу.

Регресійний аналіз використовується в тому випадку, якщо відношення між змінними можуть бути виражені кількісно у вигляді деякої комбінації цих змінних. Отримана комбінація далі використовується для передбачення значення, що його може приймати цільова (залежна) змінна, яка обчислюється на заданому наборі значень вхідних (незалежних) змінних. У найпростішому випадку для цього використовуються стандартні статистичні методи, такі як лінійна регресія. На жаль, більшість реальних моделей не вкладаються в рамки лінійної регресії.

Прогнозування часових послідовностей дозволяє на основі аналізу поведінки часових рядів оцінити майбутні значення прогнозованих змінних. Звичайно, ці моделі повинні містити у собі особливі властивості часу: ієрархія періодів (декада-місяць-рік або місяць-квартал-рік), особливі відрізки часу (п'яти-, шести- чи семиденний робочий тиждень, тринадцятий місяць), сезонність, свята та ін.

Кластеризація відноситься до проблеми сегментації. Цей підхід розподіляє записи в різні групи чи сегменти. Кластеризація у чомусь аналогічна класифікації, але відрізняється від неї тим, що для проведення аналізу не потрібно мати виділену цільову змінну.

Асоціація адресована, головним чином, до класу проблем, типовим прикладом яких є аналіз структури купівлі. Загалом, асоціація має місце в тому випадку, коли декілька подій пов'язані одна з одною.

Послідовність. Якщо існує ланцюжок пов'язаних у часі подій, то говорять про послідовність.

На основі розглянутих моделей функціонують методи, що ними послуговуються для проведення інтелектуального аналізу даних.

В даному дослідженні було прийнято рішення використовувати один із перерахованих методів Data Mining – регресійний аналіз.

Регресійний аналіз – розділ математичної статистики, що об'єднує практичні методи дослідження регресійної залежності між величинами по статистичним даним. Його мета полягає у визначенні загального вигляду рівняння регресії, побудові оцінок невідомих параметрів, що входять у рівняння регресії, і перевірці статистичних гіпотез про регресію. При вивченні залежності між двома змінними за результатами спостережень $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ у відповідності з теорією регресії передбачається, що одна з них Y має деякий розподіл ймовірностей при фіксованому значенні X іншої. На користь даного методу зіграв той факт, що починаючи з версії ArcGIS 10.1, в наборі Моделювання просторових взаємовідношень (Modeling Spatial Relationships) є набір інструментів, що дозволяє виконувати дослідницьку регресію (Exploratory regression) стосовно просторових об'єктів та їх характеристик [47].

Регресійний аналіз може застосовуватись для розв'язання багатьох прикладних задач в різних сферах. Для медичних задач – він може бути використаний для аналізу та прогнозування епідеміологічних захворюваностей, виявлення факторів, що впливають на її поширення і визначення степені їх впливу.

Існує три першопричини використання регресійного аналізу:

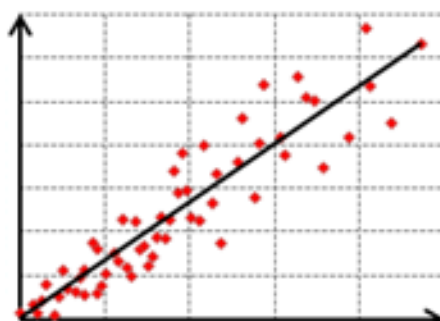
- змоделювати певне явище, щоб краще його зрозуміти, і можливо, використати це розуміння для впливу на політику прийняття рішення;
- змоделювати певне явище, щоб спрогнозувати його на іншій місцевості або в інший час. Основною метою є побудова прогнозової моделі;

– для перевірки гіпотез (наприклад, чи є залежність між показником доходу людей і показником захворюваності).

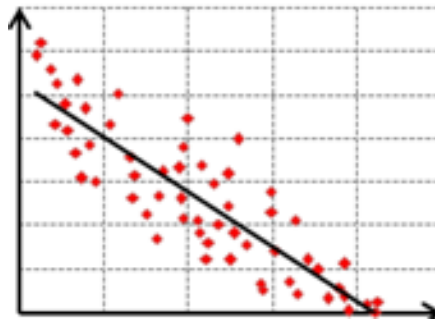
У контексті геоінформатики та геоінформаційних систем (ГІС) регресійний аналіз дозволяє моделювати, досліджувати й аналізувати просторові взаємозв'язки, а також пояснювати фактори, що впливають на ці просторові взаємини. Регресійний аналіз використовується також і для моделювання припущень про можливість здійснення будь-якої (просторової) події в майбутньому [48].

Інструменти з даного набору припускають два методи вирішення таких питань: метод найменших квадратів (МНК, англ. OLS – Ordinary Least Squares) і географічно зважена регресія (ГЗР, англ. GWR – Geographically Weighted Regression). МНК, найбільш поширений метод створення регресії, є відправною точкою для всіх методів просторового аналізу. Він дозволяє створити загальну модель події (ранні смерті/сильний дощ та ін), і створює одне загальне рівняння регресії для моделювання досліджуваної події. ГЗР – один з видів просторового аналізу, останнім часом все частіше використовується для вирішення аналітичних задач в географії та інших дисциплінах. Він створює локальну модель змінної або процесу, яка повинна бути передбачена, створюючи рівняння для кожного з параметрів. При коректному використанні ці методи надають надійний і потужний статистичний апарат для дослідження або оцінки лінійних взаємозв'язків.

Лінійний взаємозв'язок може бути прямим або зворотнім [49]. Якщо при збільшенні температури повітря збільшується і кількість нещасних випадків (Рис.2.8 а), то це позитивне взаємовідношення і пряма кореляція. Інший спосіб описати цей же прямий взаємозв'язок – сказати, що кількість нещасних випадків зменшується при зниженні температури повітря (Рис.2.8 б).



а) пряма залежність



б) зворотня залежність

Рис.2.8 Пряма та зворотня залежність між фактором впливу та залежною величиною

Кореляційний аналіз та графіки взаємозв'язку явищ показують, наскільки сильно два явища залежать один від одного. Регресійний аналіз, в свою чергу, дозволяє отримати ще більше інформації про взаємозв'язок явищ. Цей аналіз дозволяє показати ступінь (вплив), з яким одна або кілька змінних можуть потенційно викликати позитивну або негативну зміну іншої змінної [50].

Створення регресійної моделі – це послідовний процес, який включає пошук ефективних незалежних змінних для пояснення тих процесів, які ви намагаєтеся змодельовати або зрозуміти. Це управління інструментом регресії для визначення змінних, найбільш ефективних для пророкувань явищ, і, потім, видалення і додавання змінних з метою створення найкращої моделі для побудови припущення.

Рівняння регресії. Це математична формула, що застосовується до незалежних змінним, щоб краще спрогнозувати залежну змінну, яку необхідно змодельовати. У регресійному аналізі незалежна змінна завжди позначається як Y , а залежна – завжди X . Кожна незалежна змінна пов'язана з коефіцієнтами регресії, що описують силу і знак взаємозв'язку між цими двома змінними. Рівняння регресії може виглядати наступним чином (Y - залежна змінна, X – незалежні змінні, β_s – коефіцієнти регресії), кожен з компонентів рівняння регресії описаний нижче:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n + E \quad (1)$$

- Залежна змінна (Y) – це змінна, що описує процес, який ми намагаємося передбачити або зрозуміти. У рівнянні регресії ця змінна завжди знаходиться зліва від знака рівності. У той час, як можна використовувати регресію для передбачення залежної величини, необхідно завжди починати з набору добре відомих y -значень і використовувати їх для калібрування регресійної моделі. Відомі y -значення часто називають спостережуваними величинами.
- Незалежні змінні (X) це змінні, що використовуються для моделювання або прогнозування значень залежних змінних. У рівнянні регресії вони розташовуються праворуч від знаку рівності і часто називаються пояснювальними змінними. Залежна змінна – це функція незалежних змінних.
- Коефіцієнти регресії (β) – це коефіцієнти, які розраховуються в результаті виконання регресійного аналізу. Обчислюються величини для кожної незалежної змінної, які представляють силу і тип взаємозв'язку незалежної змінної по відношенню до залежної.

Означення і припущення класичної регресії

Класичний регресійний аналіз опирається на деяку систему постулатів в основному статистичного характеру. Ці постулати стверджують, що регресія — це лінійна комбінація деяких лінійно незалежних базисних функцій від факторів з невідомими коефіцієнтами (параметрами). Фактори є детермінованими. Те ж справедливе й для параметрів. Що ж стосується відгуків (вимірних залежних змінних), то вважається, що це рівноточні (з однаковою дисперсією) некорельовані випадкові величини. Крім того, передбачається, що це нормально розподілені випадкові величини. І нарешті, приймається, що всі змінні вимірюються у неперервних шкалах. Така основа дозволяла благополучно довести до числа процес отримання оцінок регресійних коефіцієнтів і здійснити перевірки основних статистичних гіпотез, що стосуються рівняння регресії, його коефіцієнтів і прогнозованих значень відгуку. Відмова від детермінованості незалежних змінних призводить до нової моделі — моделі кореляційного аналізу [51].

Лінійний (класичний) регресійний аналіз передбачає, що в ролі функціонального зв'язку виступає залежність, яка лінійна відносно невідомих параметрів. Невідомі параметри оцінюються, враховуючи ще ряд інших припущень на основі існуючих даних, і отримується шукане рівняння.

Розглянемо випадкову величину, яка характеризує деяке явище. Позначимо цю величину y , а послідовність окремих її значень y_1, y_2, \dots, y_n . Припустимо, y залежить від деякої низки явищ, які характеризуються ознаками x_1, x_2, \dots, x_m . Кожна із цих ознак описується своїм рядом значень. Природно, що для аналізу залежності y від x_1, x_2, \dots, x_m реєстрація значень ознак повинна проводитися одночасно. Відтак, y — залежна, а x_1, x_2, \dots, x_m — незалежні змінні. Далі покладемо, що між змінними є лінійний зв'язок.

Проте враховуючи вплив різних неврахованих факторів, а також впливи випадковості та перешкод спостереження y будуть більш-менш відхилятися від лінійної залежності. В силу цього залежність y від x_1, x_2, \dots, x_m буде не функціональною, а стохастичною. Останню можна записати у вигляді:

У рівнянні яке в подальшому називатимемо регресією, t означає номер спостереження; $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$ — параметри, які необхідно оцінити; ε_t — випадкове відхилення. Наявність ε_t в рівнянні призводить до того, що ця залежність буде стохастичною. Аналіз рівняння і методика встановлення параметрів стають наочнішими, а розрахункові процедури істотно спрощуються, якщо скористатися його матричним записом

Тут Y — вектор залежної змінної розмірності $n \times 1$, що являє собою n спостережень значень y ; X — матриця незалежних змінних, елементи якої насправді $n \cdot m$ спостережень значень m незалежних змінних x_1, x_2, \dots, x_m ; розмірність матриці X дорівнює $n \times m$; α — вектор невідомих параметрів розмірності $m \times 1$, що його належить оцінити; ε — вектор випадкових відхилень розмірності $n \times 1$. Таким чином,

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}, \boldsymbol{\alpha} = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_m \end{bmatrix}, \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Взагалі, використання матриць дає багато переваг. Не остання з них — загальність. Як тільки задача записується і вирішується в матричній формі, її розв’язок застосовний до будь-якої регресійної задачі такого ж роду незалежно від того, скільки членів міститься в рівнянні регресії.

Класичний регресійний аналіз базується на наступних припущеннях, що визначають вимоги до параметрів α , випадкових відхилень ε і незалежних змінних x_{ii} .

Припущення А. На вектор незалежних параметрів регресії не накладено обмежень. Це значить, що $\Theta = R^m$, де Θ — множина апріорних значень параметрів α .

Припущення Б. Вектор $\boldsymbol{\varepsilon} = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n)'$ — випадковий. Звідси випливає, що $\mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)'$ — також випадковий вектор.

Припущення В. Математичне сподівання (м.с.) ε_i дорівнює нулю, тобто $E(\varepsilon_i) = 0, t = 1, 2, \dots, n; E(\boldsymbol{\varepsilon}) = 0$.

Припущення Г. Для будь-яких $t_1 \neq t_2$ $E(\varepsilon_{t_1} \times \varepsilon_{t_2}) = 0$, $E(\varepsilon_t^2) = \sigma^2$ для усіх $t = 1, 2, \dots, n$. По-іншому, $\text{cov}(\boldsymbol{\varepsilon}) = \sigma^2 \mathbf{I}_n$. Тут σ^2 — дисперсія відхилень; $\text{cov}(\boldsymbol{\varepsilon})$ — матриця коваріацій відхилень розмірності $n \times n$; \mathbf{I}_n — одинична матриця розмірності $n \times n$.

Припущення Д. Матриця \mathbf{X} детермінована, тобто x_{ii} не є випадковими змінними.

Ці припущення дають можливість дослідити властивості та статистичний зміст отримуваних оцінок вектора параметрів α .

Рівняння містить значення невідомих параметрів $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m$. Ці величини оцінюються на основі вибірових спостережень, тому отримані розрахункові показники не є істинними, а являють собою лише їх статистичні оцінки. Модель

лінійної регресії, в якій замість істинних значень параметрів підставлені їх оцінки (а саме такі регресії і застосовуються на практиці), має вигляд:

$$y = Xa + e = \hat{y} + e,$$

де \mathbf{a} — вектор оцінок параметрів; \mathbf{e} — вектор „оцінених” відхилень регресії, $\mathbf{e} = \mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\mathbf{a}}$; \hat{y} — оцінка значень y , що дорівнює $\mathbf{X}\hat{\mathbf{a}}$.

Для оцінювання невідомого вектора параметрів α скористаємося методом найменших квадратів (МНК), що є математичною основою регресійного аналізу. Згідно цього методу мінімізується сума квадратів відхилень

Оцінкою методу найменших квадратів в лінійній множинній регресії називають вектор, який мінімізує суму квадратів відхилень. Для знаходження мінімуму цієї суми продиференціюємо по α і прирівняємо отриманий вираз до нуля; отримаємо:

$$\frac{\partial Q}{\partial \alpha} = -2\mathbf{X}'\mathbf{y} + 2\mathbf{X}'\mathbf{X}\alpha = 0.$$

Якщо матриця спостережень незалежних змінних \mathbf{X} має повний ранг, тобто $\text{rang } \mathbf{X} = m$, то розв'язуючи останнє рівняння відносно α , знайдемо:

$$\alpha = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{y}. \quad (3)$$

Оцінка (2.6) є оцінкою методу найменших квадратів.

2.6. Програмне забезпечення для аналізу факторів впливу на інфекційну захворюваність

Серед усіх видів програмного забезпечення для виконання магістерської роботи було вирішено використовувати програмний продукт компанії ESRI, оскільки до його складу входить широкий інструментарій аналізу просторової інформації, а також набір потужних інструментів для картографування, складання звітів та візуалізації просторової інформації. Починаючи з версії ArcGIS 10.1, в модулі Моделювання просторових взаємовідношень (Modeling Spatial Relationships) є набір інструментів, що дозволяє виконувати дослідницьку регресію (Exploratory regression) стосовно просторових об'єктів та їх характеристик.

ArcGIS Desktop це три взаємозалежні базові застосування: ArcMap, ArcCatalog й ArcToolbox. Їх спільне використання дозволяє вирішувати ГІС завдання будь-якої складності в області картографування, керування даними, просторового аналізу, редагування даних і їх геообробки. ArcMap дає можливість створювати електронні карти і маніпулювати ними — їх можна переглядати й аналізувати. З використанням даного застосування можна:

- створювати карти на основі інтегрування даних, які зберігаються в різних форматах, включаючи шейп-файли (shapefiles), покриття (coverages), таблиці, САБівські креслення, наземні і космічні знімки (images), регулярні сітки (GRIDs) та триангуляційні нерегулярні мережі (triangulated irregular networks - TINs),
- подавати просторові дані у вигляді карт із використанням широкого спектра картографічних можливостей,
- аналізувати просторові дані з метою знаходження об'єктів або встановлення зв'язків між ними,
- складати графіки і звіти, що відображують результати виконаних досліджень.

Висновки до другого розділу:

1. Розглянуто концепцію формування бази геопросторових даних потенційних факторів, що впливають на епідеміологічні захворюваності COVID-19

2. Проаналізувавши можливі методи аналізу наявності взаємозв'язків між впливаючими факторами та інфекційною захворюваністю було прийнято рішення використовувати метод регресійного аналізу, оскільки регресійний аналіз використовується також і для моделювання припущень про можливість здійснення будь-якої (просторової) події в майбутньому. А у контексті геоінформатики та геоінформаційних систем, регресійний аналіз дозволяє моделювати, досліджувати й аналізувати просторові взаємозв'язки, а також пояснювати фактори, що впливають на ці просторові відношення.

3. Для виконання геоінформаційного моделювання епідеміологічних захворювань, база геопросторових даних повинна містити картографічну основу дані по соціально-демографічним факторам, що найбільш вірогідно впливають на дану захворюваність за однаковий часовий проміжок та показники рівня захворюваності за цей же період для адміністративно-територіальних одиниць

Розділ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ЕПІДЕМІОЛОГІЧНОГО ЗАХВОРЮВАННЯ

					МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	«Геоінформаційне моделювання в епідеміологічних дослідженнях»			Літ.	Арк.	Аркушів
Виконала		Мартовицька А.В.								
Консульт.										
Керівник		Нестеренко О.В.						КНУБА, ГІСУТ, ГІСТ-61		
Зав. каф.		Карпінський Ю.О.								

3.1. Збір вихідних даних для геоінформаційного моделювання захворюваностей COVID19

Для впровадження будь-якої ГІС необхідні дані, отримання яких часто є непростю задачею і вимагає значних зусиль. Оскільки джерелами даних для подібного моделювання в ідеальному випадку є значні масиви статистичних даних спостережень за станом певних об'єктів дослідження. При цьому, чим більша статистична вибірка береться до уваги і чим більше факторів впливу на залежні змінні буде виявлено, тим точнішою буде модель оцінки їх динаміки.

Для аналізу були вибрані дані, по різним соціально-економічним критеріям, що публікуються державними статистичними органами в мережі Інтернет на офіційному сайті phc.org.ua. Але виявлено, що для вирішення поставлених в роботі задач, цих даних є недостатньо. Знаходження необхідних достовірніших та ширших даних, більшої статистичної вибірки можливе, але ускладнене різноманітними процедурами звернень до офіційних інстанцій (санітарно-епідеміологічні служби, центри моніторингу захворюваностей та ін.) та супроводжується значними часовими втратами і бюрократичною тяганиною.

В той же час, якщо звернути увагу на досвід інших розвинених держав, можна спостерігати, що дане питання може вирішуватись значно легше і швидше. Рішенням до даної та багатьох інших проблем, було б створення загальнодержавних геопорталів та сховищ даних. Де користувач міг би знайти всю необхідну інформацію.

Традиційно дані для досліджень у медицині отримують з таких джерел:

1. Демографічна інформація. Є однією з ключових в медичних дослідженнях, оскільки містить інформацію про структуру та розподіл місць перебування населення, вікові характеристики людей, їх зайнятість.
2. Економічні та соціальні показники якості життя населення, розвитку соціальної інфраструктури.
3. Статистичні дані медичних закладів. Кількість спалахів і випадків захворюваностей за різними категоріями.

В результаті на етапі збору інформації було сформовано стартову вибірку даних. Захворюваність населення, як предмет дослідження, та набір факторів, що потенційно впливають на кількість випадків захворюваності. На основі наявних статистичних даних в якості проміжку часу обрано інтервал в 1 рік.

В період з 2020 по 2022 рік вдалося отримати дані по таким факторам:

- кількість міського, сільського, дитячого та дорослого населення;
- кількість випадків захворюваностей ;
- кількість економічно активного населення віком 15-70 років;
- кількість незайнятих трудовою діяльністю громадян;
- забезпеченість населення лікарями з розрахунку на одну особу;
- кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря;
- міграційний приріст;
- рівень смертності;

3.2. Підготовка вихідних даних для геонформаційного моделювання захворюваностей COVID-19

Перед використанням дослідження необхідно провести підготовку набору аналізованих даних. Так як інтелектуальний аналіз даних може виявити лише присутні в даних закономірності, вихідні дані з однієї сторони повинні мати достатній обсяг, щоб ці закономірності в них були присутні, а з іншого – бути достатньо компактними, щоб аналіз зайняв прийнятний час. Найчастіше в якості вихідних даних виступають сховища або вітрини даних. Підготовка необхідна для аналізу багатовимірних даних до кластеризації або інтелектуального аналізу даних.

При створенні таблиць було використано певні скорочення для створення узагальненої класифікації: Virus_covid, Population, Population_after_14, Population_under_14, Population_city, Kilk_poizdok, Migrac_pryrist, Zabrudnennya, Kilk_likariv, Kilk_1_1. Пояснення до скорочень наведені у таблиці 3.1.

Табл.3.1. Перелік використаних скорочень при формуванні статистичних таблиць

Virus_covid	абсолютна кількість випадків захворюваності на вірус
Population	кількість зареєстрованих осіб в області
Population_after_14	кількість зареєстрованих осіб в області, старше 14 років
Population_under_14	кількість зареєстрованих осіб в області, що не досягли 14 років
Population_city	кількість міського населення по області
Migrac_pryrist	річний міграційний приріст області
Zabrudnennya	кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря у розрахунку кілограмів на 1 особу за рік
Kilk_likariv	забезпеченість населення лікарями в розрахунок на одну особу
Kilk_l_1	забезпеченість населення лікарняними ліжками в розрахунок на одну особу

3.3 Картографічна візуалізація даних та результатів дослідження

Для отримання загальної картини і стану, одним із ефективних методів є візуалізація подання даних, вибірки та результатів аналізу у вигляді картограм, діаграм та графіків.

ArcMap забезпечує доступ до великого числа схем класифікації та кольорів, які можна використовувати для виділення різних аспектів даних. Крім того, компанія ESRI у 10-й версії ArcGIS запровадила підхід до обробки та візуалізації даних в ГІС у часовому вимірі, що дозволяє застосовувати ці нововведення для моделювання просторово-розподілених динамічних систем.

Розглянемо динаміку захворюваності населення на COVID в 2020,2021 та 2022 роках в абсолютних показниках, було виконано дослідження регіональних особливостей розповсюдження пандемії коронавірусу, враховуючи значну територіальну нерівномірність цього процесу на території країни, відмінності комунікації населення, різні релігійні традиції, нерівномірність міграційних потоків, регіональні особливості протидії та боротьби з хворобою тощо.

Загальна кількість інфікованих в Україні за період 2020 року

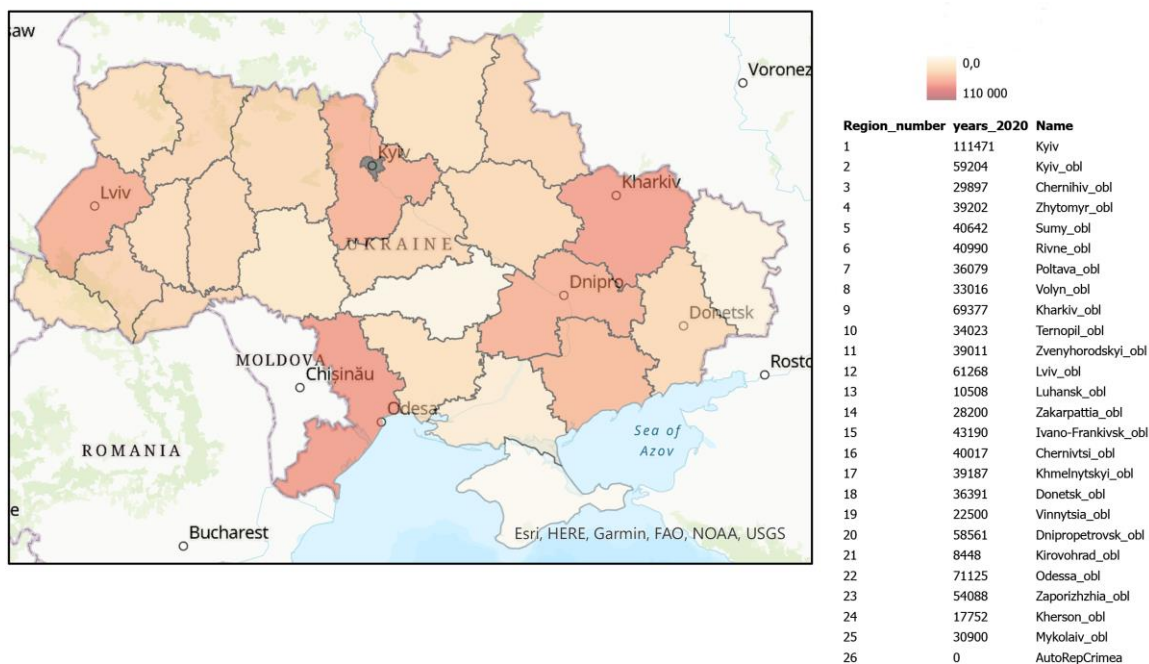


Рис.3.1 Розподіл захворюваності COVID19 за 2020 рік за абсолютною кількістю хворих

Загальна кількість інфікованих в Україні за період 2021 року

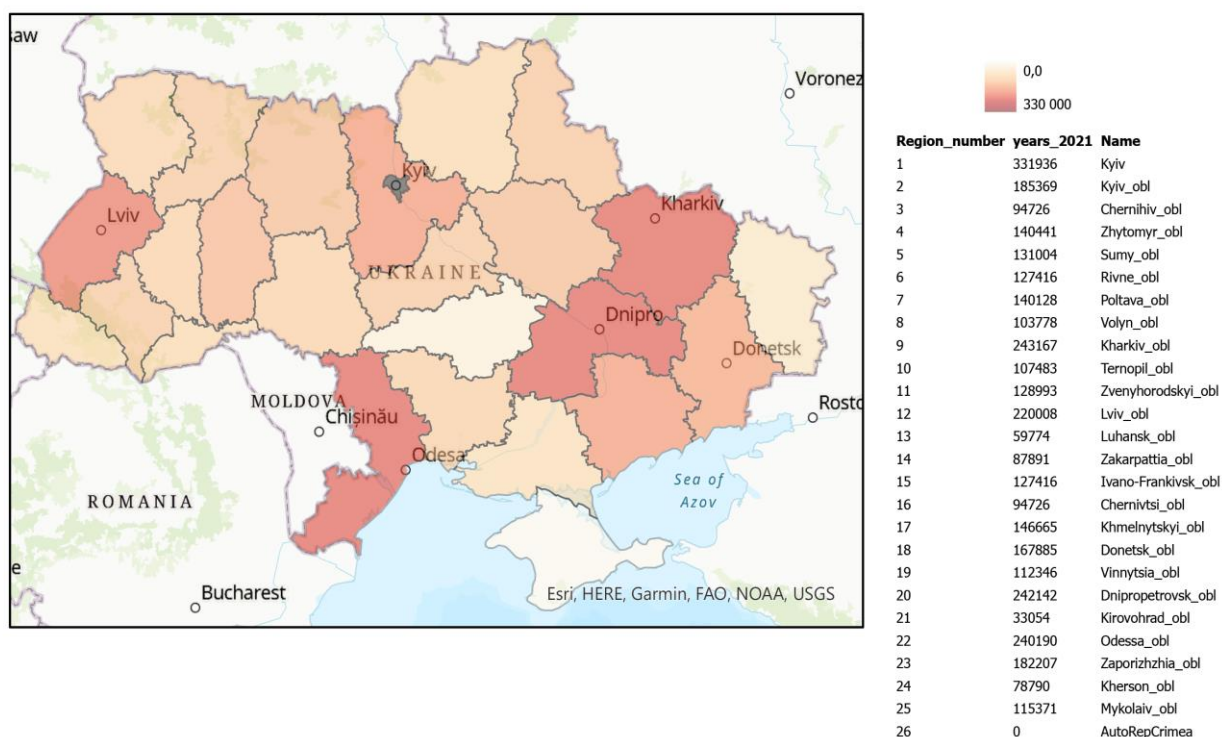


Рис.3.2 Розподіл захворюваності COVID19 за 2021 рік за абсолютною кількістю хворих

Згідно із розглянутими показниками на карті (рис.3.1) за 2020 рік, регіони з найбільшою кількістю інфікованих є Львівська, Одеська, Харківська, Київська області та місто Київ. В 2021 році показники показали (рис.3.2) теж Львівську, Одеську, Харківську, Київську області, місто Київ та поширився на Дніпропетровську область.

Загальна кількість інфікованих в Україні за період 2022 року

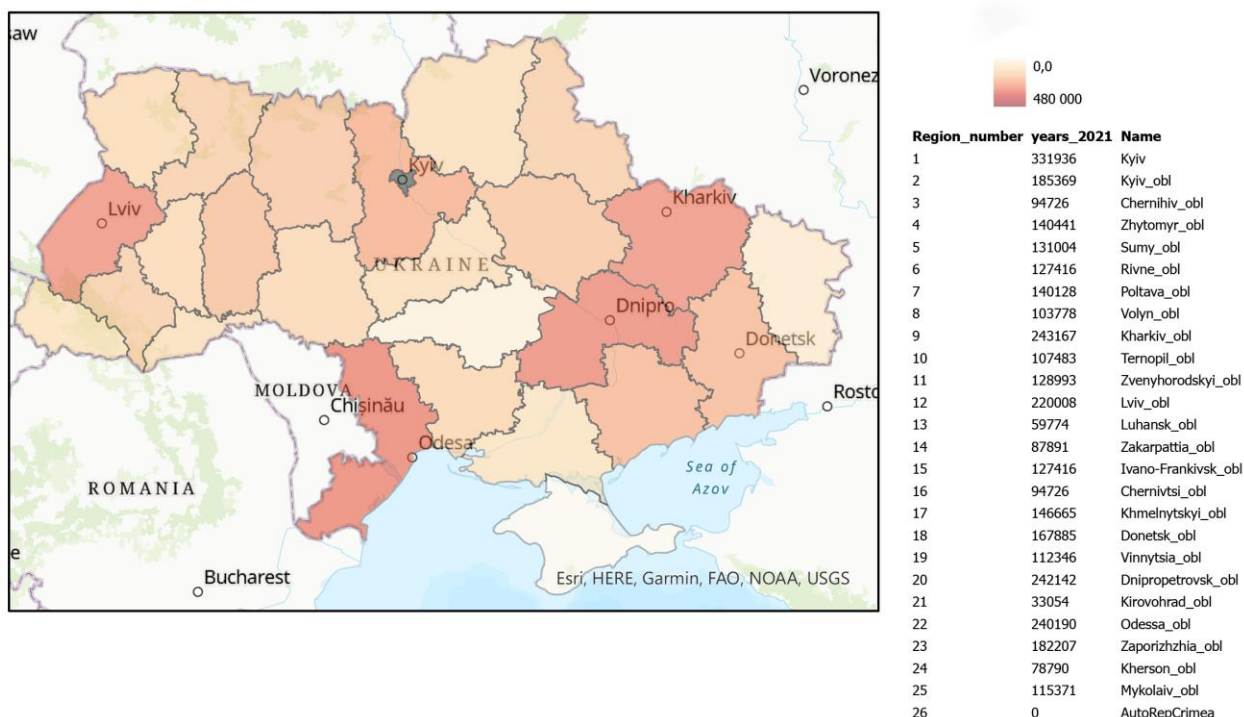


Рис.3.3 Розподіл захворюваності COVID19 за 2022 рік за абсолютною кількістю хворих

В 2022 році (рис.3.3) тенденція захворюваності перейшла в більш східну частину України а саме Дніпропетровська, Харківська Донецька області, але все ж таки тенденція захворюваності залишається така ж сама- це Львівська, Одеська та м.Київ.

Аналіз кількості госпіталізованих хворих на COVID-19 в Україні вказує на значну територіальну нерівномірність їх розподілу в різних регіонах і різних населених пунктах країни . Ці диспропорції обумовлені особливостями комунікації населення в різних регіонах України, різними релігійними традиціями, нерівномірністю міграційних потоків, регіональними особливостями протидії та боротьби з епідемією. Зокрема, в Центральній частині країни переважну кількість хворих сконцентровано в містах та обласних центрах з населенням понад 100 тис. осіб. Можемо спостерігати що Западна Україна має високу кількість хворих, як в

обласних центрах, так і в невеликих населених пунктах міського типу, до яких відбулося повернення великої кількості мігрантів з Європи, таке ж саме ми наблюдаємо в Одеській області.

Разом із захворюваністю зростає і кількість смертельних випадків. Ми можемо розглянути на (рис3.4) що смертність з початку серпня набирає силу,

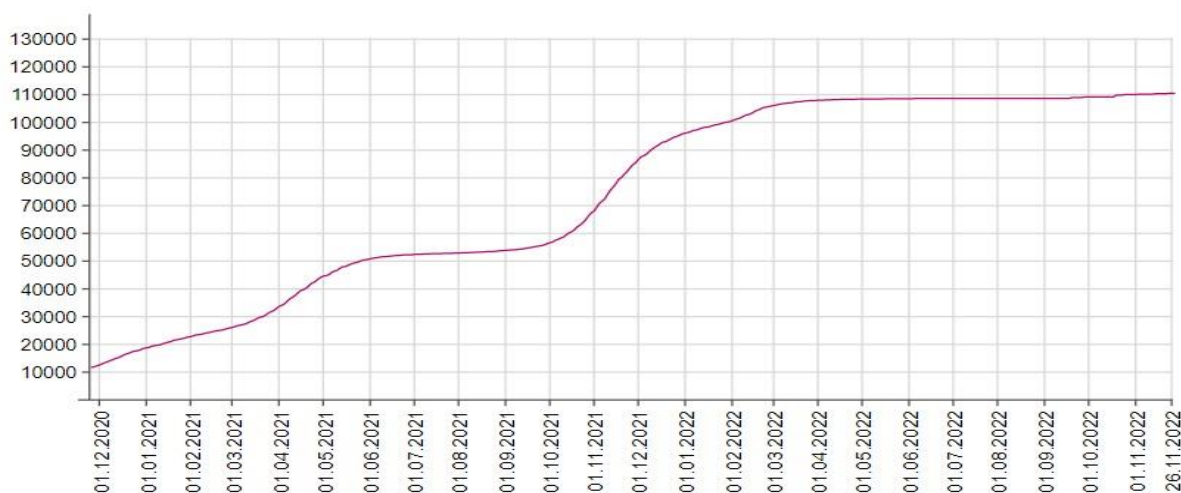


Рис.3.4 Загальна кількість померлих від COVID19

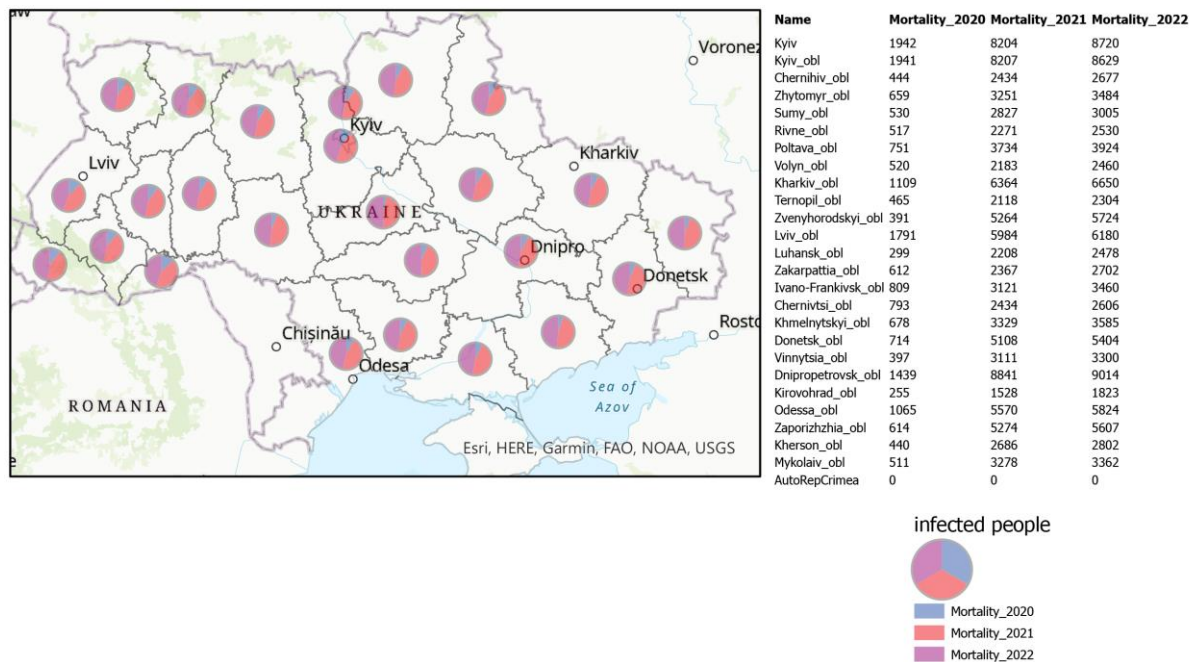


Рис.3.5.Розподіл смертності по областях на території України з 2020-2022рік

На зображенні можемо розглянути що смертність в 2020 році більш прогресувала на західній Україні, а 2021 році та 2022 році показують рівномірні показники по всій території України.Найбільш суттєва динаміка смертності вплинула на людей літнього віку з хронічними захворюваннями (рис3.5)

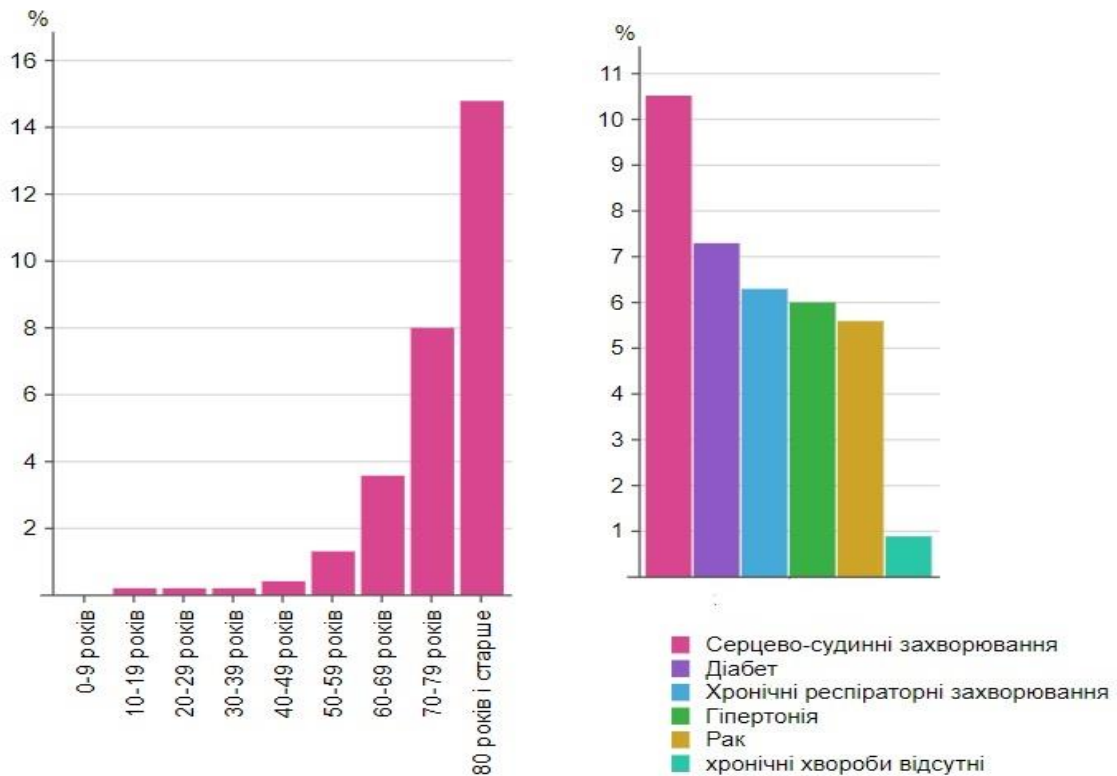


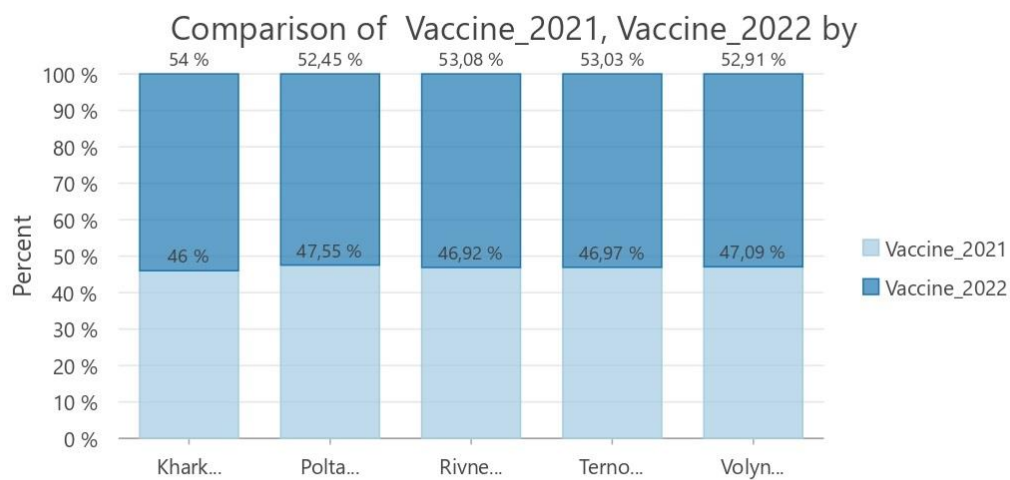
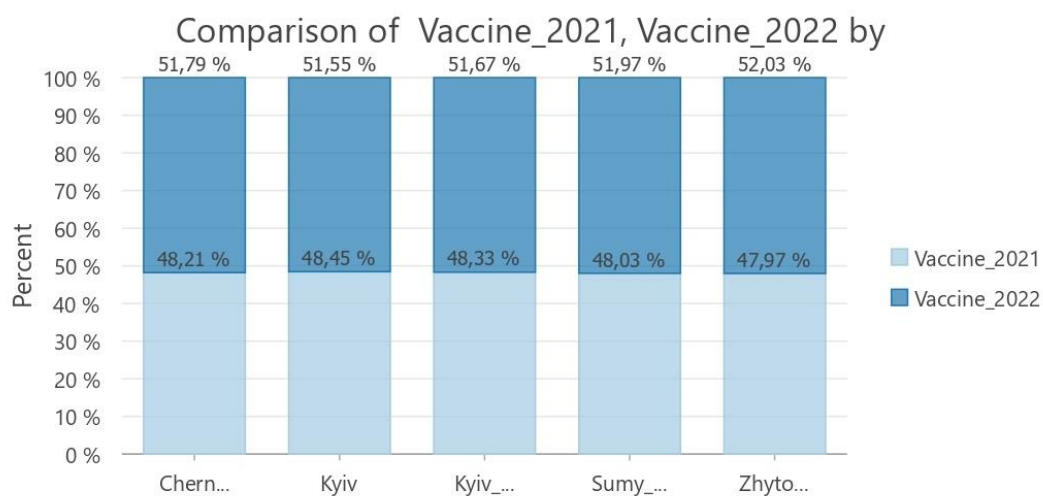
Рис.3.6. Міграми смертності за віком та хронічними захворюваннями

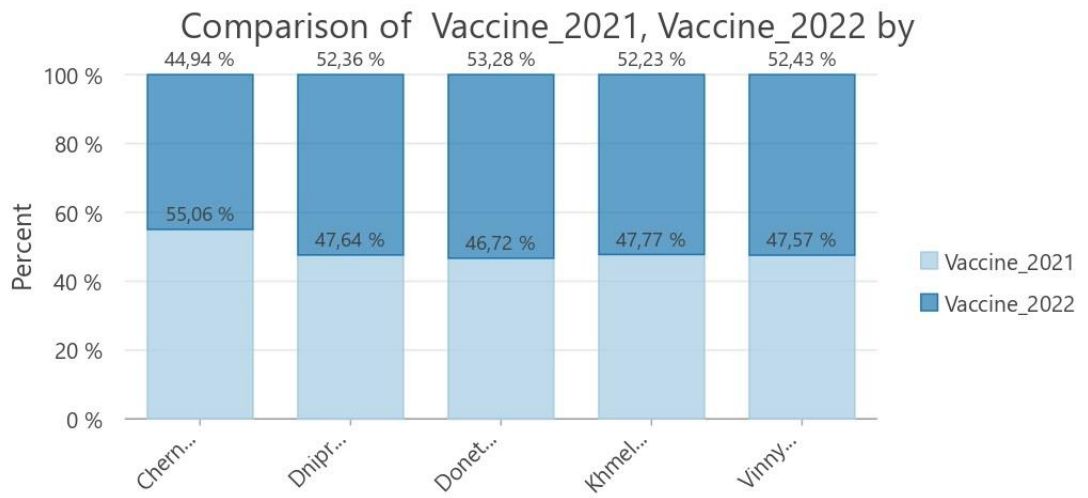
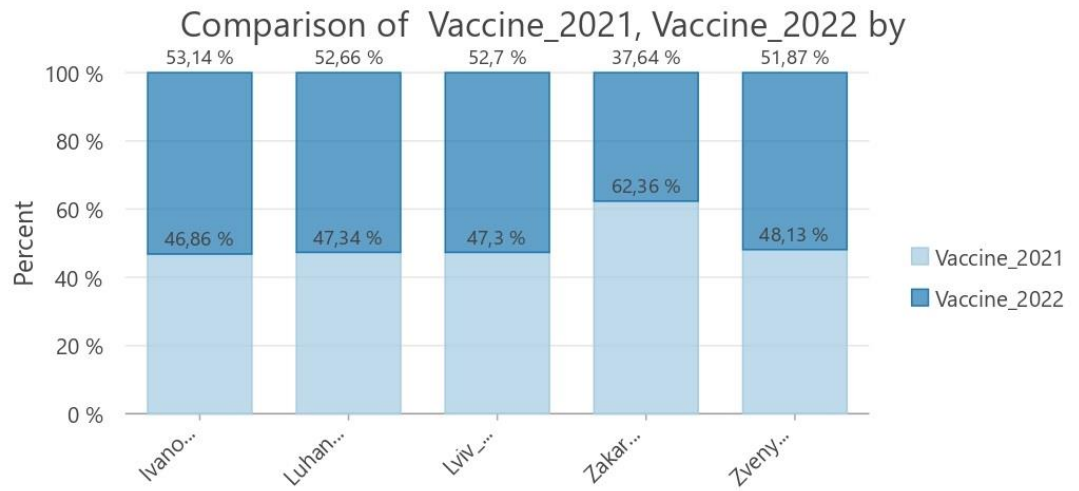
Дані про смертність — це база для прийняття рішень держави та громади. Дані Держстату досі запізнюються майже на два місяці, й ми не можемо реально оцінити масштаби смертності в Україні на даний момент.

Наступним кроком розглянемо вакцинацію від вірусу COVID-19. Вакцинація населення України розпочалась у лютому 2021 року. Можна виділити три її етапи:

- **Перший етап** вакцинації продовжувався до середини березня 2021 року. Середня кількість щоденних щеплень на цьому етапі складала 3000.
- **Другий етап** розгортання вакцинації продовжувався з середини березня до третьої декади квітня. Цей етап характеризується середньою щоденною кількістю щеплень на рівні 10000.
- **Третій етап** розпочався в кінці квітня 2021 року. Його метою є формування колективного імунітету в Україні до кінця поточного року. На цьому етапі відбувається швидке зростання кількості щоденних щеплень до 70000. Ми розробили графіки порівнянь вакцинації, і можемо побачити що в 2022 році

кількість людей збільшилась на щеплення (рис 3.7) а також розробли картографічне зображення (рис3.8)





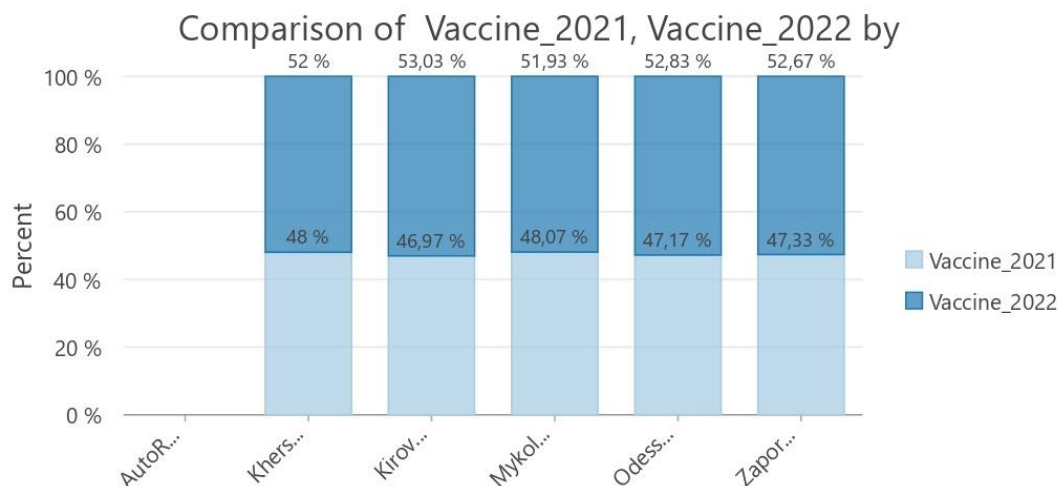


Рис.3.7 Графіки вакцинації за 2021 та 2022 рік по регіонам

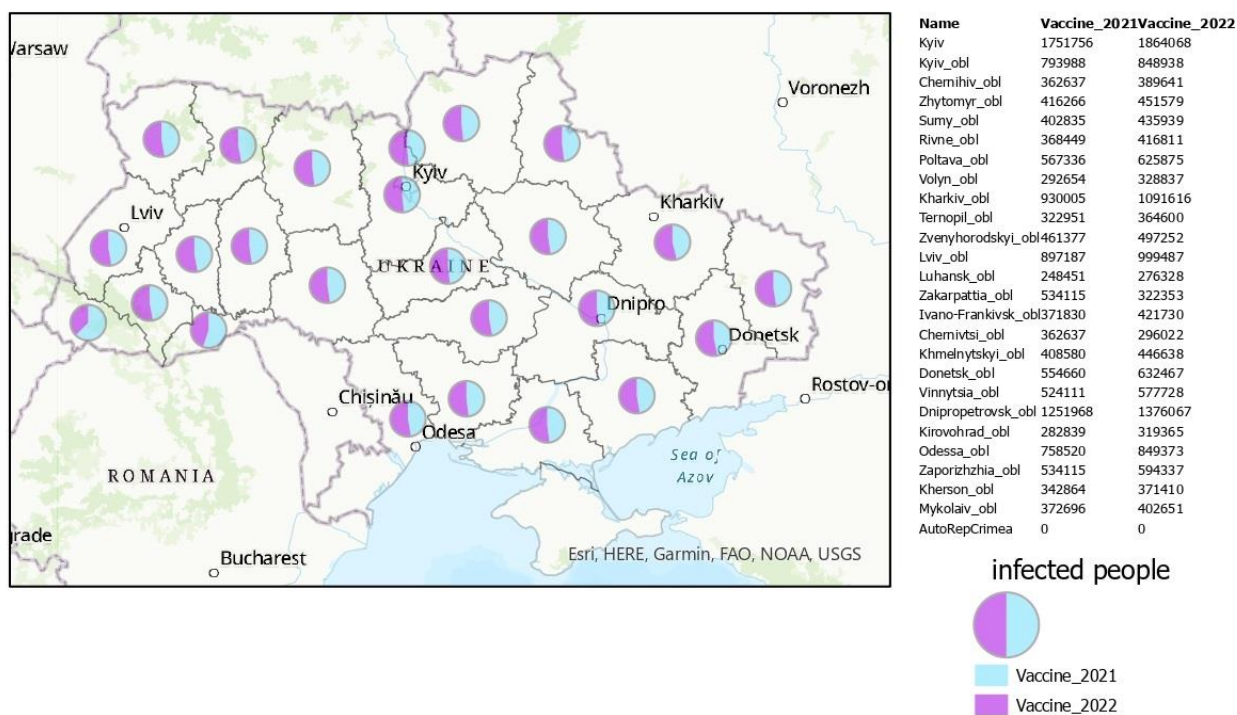


Рис.3.8 Картографічне зображення вакцинації 2021-2022рік

На картографічному зображенні (рис3.8) ми бачимо що Закарпатська та Чернівецька області в 2021 році найбільша кількість людей вакцинувалась. Всі останні показники однакові. Виходячи зі статистичних даних з 2021 року коли

почалась вакцинація, ми зрівняли ситуація практично не змінилась, для цього ми порівнюємо смертність вакцинованих (рис.3.9) і не вакцинованих (рис.3.10)

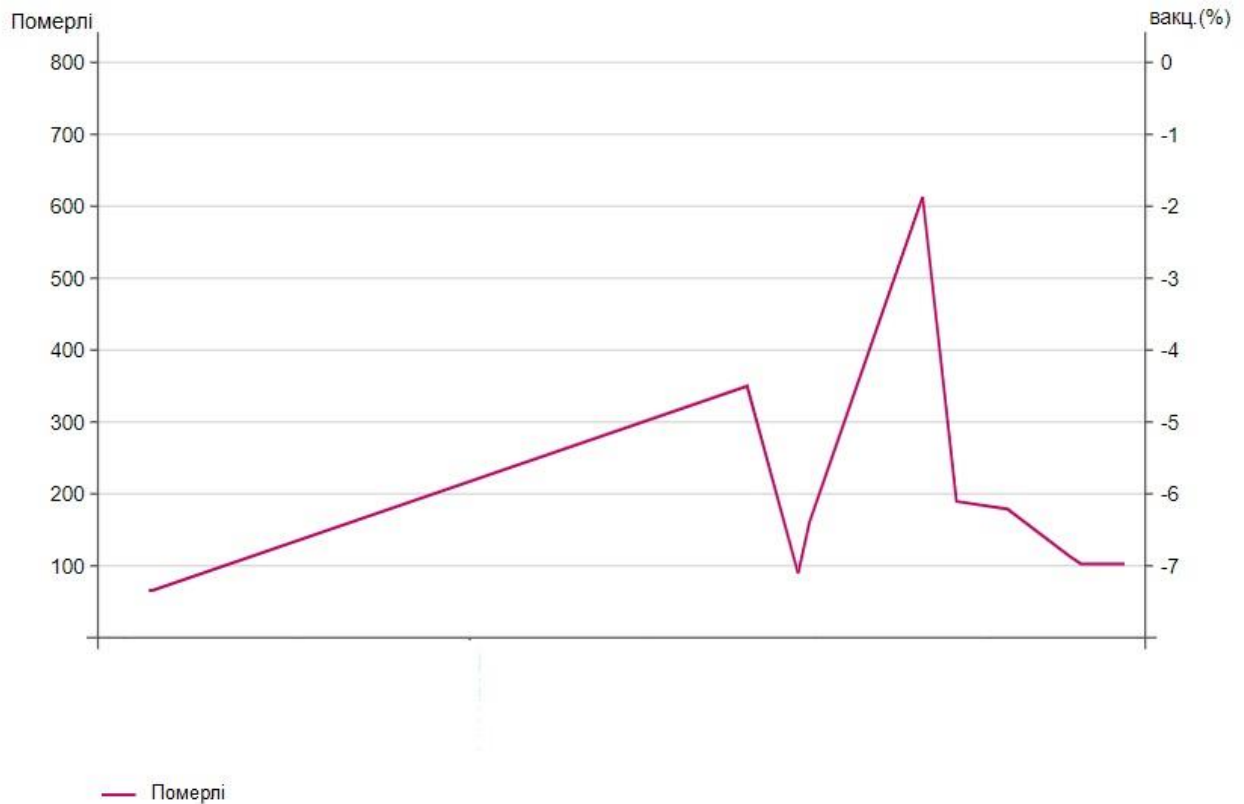


Рис 3.9 Графік вакцинованих померлих

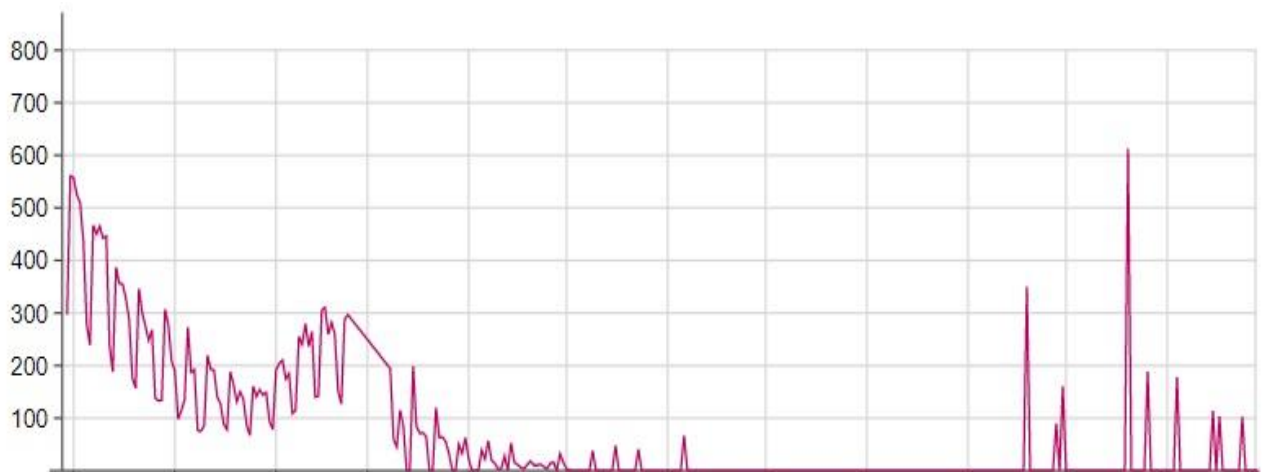


Рис 3.10.Графік не вакцинованих померлих

Висновок до третього розділу

Тенденція поширення коронавірусної хвороби в Україні вказує на значну територіальну нерівномірність їх розподілу в різних регіонах і різних населених пунктах країни. Ці диспропорції поширення обумовлені особливостями комунікаціями населення в різних регіонах України, різними релігійними традиціями, нерівномірністю міграційних потоків, регіональними особливостями.

Вірус COVID-19 почав поширюватись на кордонах України та в частині столиці місті Києві. Спалахом зараження було саме через робітників-мігрантів, іноземців та туристів, що і призвело до захворюваності вірусом в країні. Вірус може бути уповільнен через обмежувальні заходи, особливо на великі свята, початок навчального року і інше. Остаточне подолання хвороби можливе лише в результаті поступової появи колективного імунітету людей та масової вакцинації населення. Війна в країні після вторгнення росії в Україну внесла свої корективи і вакцинування уповільнуло свій темп прогнозуючи це тим, що логістика в країні стала обмежена.

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА			
							74	
Виконала		Мартовицька А.В.			Геоінформаційне моделювання в епідеміологічних дослідженнях	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.								
Керівник		Нестеренко О.В.				КНУБА, ГІСУТ, ГІСТ-61		
Зав. каф.		Карпінський Ю.О.						

4.1 Аналіз потенційних шкідливих і небезпечних виробничих факторів

Охорона праці — це система правових, соціально — економічних, організаційно — технічних, санітарно — гігієнічних і лікувально —профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Метою дипломного проектування в галузі охорони праці (ОП) є виявлення небезпечних та шкідливих виробничих чинників і запровадити відповідні заходи щодо профілактики аварійних ситуацій, виробничого травматизму і профзахворювань.

Характерними особливостями приміщень, де виконується обробка, є: невелика площа приміщень, система кондиціонування повітря для відведення теплоти від ЕОМ, наявність електромережі для живлення обчислювальної та периферійної техніки. В процесі експлуатації ЕОМ можуть виникнути такі небезпечні та шкідливі фактори:

- небезпека враження електричним струмом;
- статичний струм;
- підвищений шум;
- зміна мікроклімату;
- недостатня освітленість;
- пожежонебезпека.

Таблиця 1

Небезпечні та шкідливі виробничі чинники	Джерело небезпечного або шкідливого чинника	Кількісна оцінка чинника (регламентуючий норматив)	Нормативний документ (розділ, пункт, параграф)
1.Незадовільний мікроклімат робочої зони приміщень	Тепло випромінююче обладнання ВДТ, ПК та операторів	Для робіт категорії легка – 1а/1б Період року: холодний температура 22-24/21-23 відносна вологість 60-40 швидкість руху повітря	СН 4088-86 ССБП ГОСТ 12.1.005-88 ДСанПІН 3.3.2.007-98 ДСН 3.3.6.042-99 ДСанПІН 5.5.6.009-

		0.1/0.1 теплий температура 23-25/22-24 відносна вологість 60-40 швидкість руху повітря 0.1/0.2	98
2.Забруднення повітря робочої зони операторів ВДТ та ПК, підвищення концентрації азоту, оксидів та пилу	Робоче обладнання ВДТ та ПК, оператори та користувачі в приміщенні	Вміст азоту в повітрі робочої зони, мг/м ³ не більше 0,1 Вміст оксидів азоту, мг/м ³ не більше 5 Вміст пилу, мг/ м ³ не більше 4	ГОСТ 12.1.005-88 ДНАОП 0.00-1.31-99
3.Підвищений рівень шуму на робочому місці/ у робочих приміщеннях	Персональний комп'ютер програміста ВДТ та ПК в залах обробки інформації операторами	Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку дБА / дБАекв 50 Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку дБА / дБАекв 65	ГОСТ 12.1.003-86 ДСН 3.3.6.037-99 ДСТУ 2325-93
4.Підвищений рівень вібрації на робочих місцях	Робоче обладнання ВДТ та ПК	Категорія 3 технологічного процесу типу "В" Рівень віброприскорення, $1,6 \cdot 10^{-5}$, м./с ² , дБ Рівень віброшвидкості $9,5 \cdot 10^{-2}$, м/с, дБ	ГОСТ 12.1.012-90 ДСН 3.3.6.039-99 ДСТУ 2300-93
5.Шкідливі іонізуючі випромінювання	Екрани моніторів ВДТ та ПК	Категорія А – персонал який постійно працює з джерелом випромінювання Ліміт ефективної дози 20 Ліміти еквівалентної дози зовнішнього Опромінення: для кришталіка ока 150 для шкіри 500	ГОСТ 12.4.120-83 ДБН 6.6.1-6.5.001-98
6.Несприятливий вплив електростатичного поля на оператора ВДТ і ПК	Робоче обладнання ВДТ та ПК	Допустимі рівні напруженості електростатичного поля на робочих місцях E=20кВ/м Поверхневий електростатичний потенціал відеотерміналу не повинен перевищувати 500 В. Статична електрика E=5В/м	СН 1757-77 ДСанПІН 3.3.2-007-98 ГОСТ 12.1.045-84
7.Недостатня	Природне і	КПО повинен бути не	ДБН В.2.5-28-2006

освітленість на робочому місці	штучне освітлення	менше 1.5% Нормований рівень освітлення на робочому столі в зоні розташування документів E = 300-500лК	
8.Небезпека ураження електричним струмом, замикання через тіло людини	Робоче обладнання ВДТ та ПК, електрообладнання і освітлення приміщення та робочих місць	Мережі електроживлення і освітлення Допустимі: I=100 А U=220-380 В F=50-60 Гц	ГОСТ 12.1.045-84 ГОСТ 12.1.006-84 ДСТУ Б В.2.5-38:2008
Атмосферні	Грозовий розряд, блискавка	N=1, 1/рік 20 I,А 50 U,А	НАОП 0.00-1.21-98 401-1.21-98
Статична електрика	ВДТ та ПК	U<50, В	
9.Пожежна безпека	Коротке замикання робочого обладнання ВДТ, ПК та освітлення приміщень.	Категорія вибухопожежонебезпеки будівель А	ДБН В.1.1-7-2002 СниП 2.04.09-84
10.Вибухо-небезпека	Попадання блискавки. Підвищення температури.	Ступінь вогнетривкості будівель Температура 28 Т, °С	СниП 2.04.09-84 ДБН В.1.2-7-2008 ГОСТ 12.1.004-76 ДСТУ 22-72-93

ВИСНОВОК

					МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	78			
Виконала		Мартовицька А.В.			« <u>Геоінформаційне моделювання. Дослідження розповсюдження вірусу COVID-19 на території України</u> »	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.								
Керівник		Нестеренко О.В.				КНУБА, ГІСУТ, ГІСТ-61		
Зав. каф.		Карпінський Ю.О.						

Висновок

У роботі наведені теоретичні рекомендації щодо вирішення задач використання геоінформаційного моделювання в епідеміологічних захворюваностях у відповідності до чинного законодавства. Основні наукові та практичні результати виконаної роботи такі:

1. Узагальнено існуючі статистичні дані та створено базу даних соціально-економічних, демографічних факторів, що потенційно впливають на загальний стан захворюваності населення на вірус COVID-19

2. Розроблено тематичні карти динаміки захворюваності на вірус COVID-19

3. Визначили потенційні фактори, що впливають на розвиток захворюваності, та з'ясувати величину їх впливу.

Для отримання коректного результату моделювання необхідно виконати ряд умов, серед яких ключовими є створення селективної вибірки даних та підбір оптимальної моделі. Щодо першої умови, то, нажаль, з огляду на закритість або недоступність джерел інформації надзвичайно важко отримати всі необхідні дані та перевірити ймовірні фактори впливу на сумісність. Щодо другої умови – інструмент Дослідницької/Експлораторної регресії (Exploratory Regression) є цінним засобом аналізу даних, який дозволяє знайти правильну модель процесу. За умови вибору потенційно незалежних змінних дослідницької регресії цілком можливо виявити взаємозв'язки між змінними та підібрати правильну модель, що описує досліджуване явище, що є розподілене у просторі і часі.

За результатами проведеного дослідження можна зробити наступні висновки:

- пошук даних та створення нормальної статистичної вибірки є, найважливішим і в той же час найскладнішим етапом;

- за вибіркою, що вдалось скласти виявлені залежності різної сили впливу;

Визначення значень величин впливу незалежних змінних на залежну змінну, щодо знаходження вірної регресійної моделі і можливості складання епідеміологічного передбачення на майбутнє є можливе та залишається відкритим питанням, оскільки потребує більше часу і додаткових даних для розширення статистичної вибірки.

Список джерел

1. Бабюк, И. А. Инфекционные заболевания. / И. А. Бабюк. - Донецк : Донеччина, 2002. - 215 с.: ил. - Библиогр.: с. 205-213.
2. Берн І., Езер Т., Коен Дж., Оверал Дж., Сенюта І. Права людини у сфері охорони здоров'я: практичний посібник/ За наук.ред.І. Сенюти. – Львів : Вид-во ЛОБФ «Медицина і право», 2012. – 552 с.
3. Солоненко І.М., Андрейко М.М., Юсипів Р.В. та ін. Основні засади стійкого фінансування та ефективної діяльності галузі охорони здоров'я в Україні. Стратегія реалізації державних гарантій надання медичної допомоги населення України на засадах медичного страхування: Матеріали наук.-практ. конф. -Ірпінь; К., 2001. -С. 210-213.
4. Солоненко Н.Д., Жаліло Л.І. Зміна ролі держави в реформах охорони здоров'я в умовах ринкової економіки // Проблеми формування регіональної політики в галузі охорони здоров'я: Зб. наук. пр.УАДУ / Одес. філ. -О., 2001. -Ч. 1. -С. 175-188.
5. ЗАКОН УКРАЇНИ «Про захист населення від інфекційних хвороб»
6. Положення про Міністерство охорони здоров'я України.
7. ЗАКОН УКРАЇНИ «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».
8. ЗАКОН УКРАЇНИ «Про Національну програму інформатизації».
9. ГОСТ 34.003 – 90 Комплекс стандартов на автоматизированные системы.
10. [Електронний ресурс] // [Сайт] / - Режим доступу: <http://ukrstat.gov.ua/>
11. Боев Б.В., Ершов Ф.И. Пути снижения предотвратимой смертности от инфекционных заболеваний // Вестник Российской АМН, 2009. № 9.

12. Андрейчин М.А., Копча В.С. Епідеміологія. Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. — 382 с.

13. О.Ю. Пшеничний, І.М. Чорней, Н.Б. Шаховська, В.В. Литвин Сучасні програмні засоби моделювання і поширення вірусних хвороб. Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра інформаційних систем та мереж.

14. Боев Б.В., Прокопьева Н.В. Компьютерная система для реализации математических моделей распространения инфекционных заболеваний // В сб. «Эпидемиологическая кибернетика: модели, информация, эксперименты», НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи АМН СССР, М., 1991. С. 175-186.

15. Geographic Information Systems in Health (GIS-EPI). [Електронний ресурс] // [Сайт] / - Режим доступу: /<http://ais.paho.org>.

16. Боев Б.В., Прокопьева Н.В. Компьютерная система для реализации математических моделей распространения инфекционных заболеваний // В сб. «Эпидемиологическая кибернетика: модели, информация, эксперименты», НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи АМН СССР, М., 1991. С. 175-186.

17. Бородулин А.И. / Статистическая модель эпидемического процесса // Бородулин А.И., Десятков Б.М., Шабанов А.Н., Ярыгин А.А./Сибирский журнал индустриальной математики. – 2007. – Т. 10, № 2. – с. 23-30.

18. Синяк К.М. Эпидемиология вирусных инфекций / Синяк К.М. – Киев: Здоровье, 1998. – С. 54–61.

19. Проблеми впровадження інформаційних систем і технологій в економіці та бізнесі : зб. матеріалів XII Всеукр.наук. студ. конф. ; 30 листоп.—2 груд. 2011 р. — К. : КНЕУ, 2011. — 155, [5] с.

20. В'юн В.І., Кузьменко Г.Є., Міхненко Ю.А., Архітектурні засади систем моніторингу та прогнозування // Математичні машини і системи, 2011, № 3, с.40-46.
21. Гохман В.В. ГИС в здравоохранении и медицине / Гохман В.В. [Електронний ресурс] – http://dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=8329&SECTION_ID=265.
22. Лапшин В.А. Онтологии в компьютерных системах / Лапшин В.А. – М.: Научный мир, 2010. – 224 с.
23. Дуброва Т.А. Статистические методы прогнозирования: учеб. пособие для вузов / Дуброва Т.А. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – С. 206.
24. Об одном подходе к прогнозированию эпидпроцессов с использованием временных рядов / В.И. В'юн, Т.К. Еременко, Г.Е. Кузьменко [и др.] // Математичні машини і системи. – 2011. – № 2. – С. 131 – 136.
25. Морозов А.А. Ситуационные центры – технология принятия управленческих решений / А.А. Морозов, Г.Е. Кузьменко // XI Междунар. научно-практ. конф. “Построение информационного общества: ресурсы и технологии ” (тезисы докладов). – Киев, 2005. – С. 115 – 123.
26. Інтелектуальна обробка інформації. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки "Інформаційні мережі зв'язку". Київ НТУУ "КПІ" 2009.
27. Довідка ArcGIS [Електронний ресурс] // [Сайт] / - Режим доступу: <http://resources.arcgis.com/ru/help/>
28. М.І. Васюхін, В.В. Долинний, О.А. Мартинюк, І.М. Капеліста, Р.В. Зозуля, Методи підвищення продуктивності картографічних даних., ВЕСТНИК ХНТУ №1(44), 2012 р.

29. What is a Data Warehouse? Data Warehousing Concepts. [Электронный ресурс] // [Сайт] / - Режим доступа: http://docs.oracle.com/cd/B10501_01/server.920/a96520/concept.htm#50413
30. Data Mining - интеллектуальный анализ данных / Информационные технологии. [Электронный ресурс] // [Сайт] / - Режим доступа: <http://www.inftech.webservis.ru/it/database/datamining/ar2.html>.
31. Кореляція [Электронный ресурс] // [Сайт] / - Режим доступа: wikipedia.org/wiki/Кореляція.
32. Описательный (дескриптивный) анализ [Электронный ресурс] // [Сайт] / - Режим доступа: <http://www.hr-portal.ru/spss/Glava5/Index10.php>
33. Факторний аналіз [Электронный ресурс] // [Сайт] / - Режим доступа: wikipedia.org/wiki/Факторний_аналіз.
34. Дисперсійний аналіз [Электронный ресурс] // [Сайт] / - Режим доступа: wikipedia.org/wiki/Дисперсійний_аналіз.
35. Дискримінантний аналіз [Электронный ресурс] // [Сайт] / - Режим доступа: wikipedia.org/wiki/Дискримінантний_аналіз.
36. Аналіз часових рядів [Электронный ресурс] // [Сайт] / - Режим доступа: wikipedia.org/wiki/Аналіз_часових_рядів.
37. Регрессионный анализ [Электронный ресурс] // [Сайт] / - Режим доступа: wikipedia.org/wiki/Регрессионный_анализ.
38. Справка ArcGIS 10.1. Основы регрессионного анализа. [Электронный ресурс] // [Сайт] / - Режим доступа: <http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.1/index.html#/na/005p00000023000000/>.
39. Data_mining [Электронный ресурс] // [Сайт] / - Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Data_mining.
40. Data Mining: What is Data Mining? [Электронный ресурс] // [Сайт] / - Режим доступа:

<http://www.anderson.ucla.edu/faculty/jason.frand/teacher/technologies/palace/damining.htm>.

41. Big data. [Електронний ресурс] // [Сайт] / - Режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Big_data.

42. Regression analysis basic [Електронний ресурс] // [Сайт] / - Режим доступу: http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=Regression_analysis_basics.

43. Modeling Spatial Relationships [Електронний ресурс] // [Сайт] / - Режим доступу: http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=An_overview_of_the_Modeling_Spatial_Relationships_toolset.

44. Літнарівч Р.М. Побудова і дослідження математичної моделі за джерелами експериментальних даних методами регресійного аналізу. Навчальний посібник, МЕНУ, Рівне, 2011.-140 с.

45. Лінійна регресія [Електронний ресурс] // [Сайт] / - Режим доступу: http://uk.wikipedia.org/wiki/Лінійна_регресія.

46. Карташов М.В. Імовірність, процеси, статистика : Посібник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр 'Київський університет', 2008.– 494 с.