

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
БУКОВИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

І.О. Сем'янів, Л.Д. Тодоріко, Я.І. Виклюк, Д.В. Новінський

**ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИАГЕНТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ
СТВОРЕННЯ ГЕОПРОСТОРОВОЇ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ
ПОШИРЕННЯ ТУБЕРКУЛЬОЗНОЇ ІНФЕКЦІЇ**

Чернівці – 2024

УДК: 616-002.5-036.2:004.891.3

ISBN 978-617-519-141-5

С 30

Сем'янів І.О. Використання мультиагентних систем для створення геопросторової моделі прогнозування поширення туберкульозної інфекції – Чернівці: Буковинський державний медичний університет. – 2024. – 109 с.

Монографія присвячена одній з актуальних проблем сучасної медицини – прогнозування поширення туберкульозу в певному регіоні ВООЗ.

Монографія розрахована на широке коло читачів і спрямована на вирішення актуального завдання фтизіатрії – підвищення ефективності профілактики та контролю за туберкульозом у рамках досягнення основного завдання Глобальної стратегії «Покласти край ТБ» на період 2016-2035 рр. – звільнення світу від туберкульозу.

Рецензенти:

Професор закладу вищої освіти кафедри пропедевтики внутрішньої медицини та фтизіатрії, Тернопільського національного медичного університету ім. І.Я. Горбачевського. М.М. Островський, д.мед.н., професор **Леонід ГРИЩУК**.

Завідувач кафедри інфекційних хвороб та епідеміології Буковинського державного медичного університету, д.мед.н., професор **Василь МОСКАЛЮК**.

Завідувач кафедри математичного моделювання Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, доктор фіз. мат. наук, професор **Ігор ЧЕРЕВКО**.

Рекомендовано до видання Вченою радою Буковинського державного медичного університету (протокол № 10 від 28 березня 2024 року)

ЗМІСТ

Сторінки

Перелік умовних скорочень	4
ВСТУП	5
Розділ 1. Міграція як один з основних чинників поширення туберкульозної інфекції.....	7
Розділ 2. Використання мультиагентних систем для прогнозування перебігу інфекційних захворювань.....	16
2.1. Формалізація моделі «GeoCity»	20
2.2. Правила поширення туберкульозної інфекції та ініціалізація міста.....	28
Розділ 3. Застосування геопросторової мультиагентної системи для моделювання різних аспектів передачі туберкульозу	41
Додатки (основний статистичний матеріал який використовувався для адекватної роботи математичної моделі).....	74
Список використаних джерел	96

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АлАТ	–	аланін амінотрансфераза
АсАТ	–	Аспартатамінотрансфераза
АМБП	–	антимікобактеріальні препарати
ВІЛ	–	вірус імунодефіциту людини
ВН	–	вірусне навантаження
ДТК	–	дисбіоз/дисбактеріоз товстої кишки
ІМТ	–	індекс маси тіла
ВООЗ	–	Всесвітня Організація Охорони Здоров'я
Г-П-Б	–	гепато-панкреато-біліарна система
ІФ	–	інтенсивна фаза
КНП	–	коефіцієнт відновлення паренхіми
МБТ	–	мікобактерія туберкульозу
МРТБ	–	мультирезистентний туберкульоз
НЛТБ	–	невдача лікування випадку туберкульозу
ОКХТ	–	основний курс хіміотерапії
ПР	–	побічні реакції
ПТТ	–	протитуберкульозна терапія
ПФ	–	підтримуюча фаза
РРТБ	–	туберкульоз із розширеною резистентністю
ТБ	–	Туберкульоз
ТМЧ	–	тест медикаментозної чутливості
ХРТБ	–	хіміорезистентний туберкульоз
Р	–	критерій Стьюдента
R	–	коефіцієнт кореляції Пірсона

ВСТУП

Найбільш чутливим індикатором стану епідеміологічної ситуації є показник захворюваності на ТБ дітей [7]. При цьому тест росту захворюваності дітей є вищим, ніж у дорослих [14, 25, 37]. Показник З на ТБ серед дітей 0–14 років склав 10,4 на 100 тис. дит. нас. (в абсолютних значеннях — 639 випадків, що становить 3,2 % від загальної кількості зареєстрованих випадків ТБ у 2023 році), що більше на 40,5 % порівняно з показником 2022 року (7,4 на 100 тис. дит. нас.). Збільшення захворюваності на ТБ серед дітей 0-14 років у 2023 році тісно пов'язане з погіршенням епідемічної ситуації серед дорослих. Показник захворюваності на ТБ серед підлітків (15-17 років включно) збільшився на 55,3% - із 10,3 до 16,0 на 100 000 осіб відповідної вікової групи (196 випадків у 2023 році проти 127 - у 2022) [22,74].

Захворюваність на активний ТБ у поєднанні з хворобою, зумовленою вірусом імунодефіциту людини, порівняно з 2022 роком збільшилася на 5,1 % і становить 8,2 на 100 тис. нас. (3 350 випадків захворювання на ТБ/ВІЛ у 2023 році проти 3 191 - у 2022) [38, 55].

Україна входить до тридцяти країн з високим тягарем мультирезистентного туберкульозу (МР ТБ). Головну загрозу ефективності лікування туберкульозу в Україні становлять запізнє виявлення захворювання і визначення чутливості збудника, що є головною передумовою призначення адекватного лікування. Відповідно, найбільш складними у цьому

відношенні є генералізовані форми туберкульозу і випадки МЛС-ТБ.

В умовах епідемії хіміорезистентності лише виявлення захворювання на туберкульоз, навіть за лабораторного підтвердження діагнозу, недостатньо для початку лікування. Ефективне лікування можливо лише за виявлення повного профілю резистентності збудника, виділеного від пацієнта. Тому обстеження з метою призначення адекватного лікування потребує часу, який залежить від регіональних особливостей організації протитуберкульозної допомоги населенню з одного боку, а з іншого боку — від того, як швидко пацієнт пройде, та чи пройде взагалі, всі етапи діагностики.

Враховуючи все вище викладене метою нашого огляду є оцінка ситуації щодо еволюції резистентності мікобактерій туберкульозу та етапів формування лікарської стійкості за матеріалами доступних баз даних.

РОЗДІЛ 1

Міграція як один з основних чинників поширення туберкульозної інфекції

Міграція в Європі залишається глобальною тенденцією. У зв'язку з війною в Україні цей процес став ще більш актуальним. Закономірно, він викликає низку проблемних питань, які мають вирішуватись шляхом політичної співпраці між країнами.

Несприятливі умови життя, тісний контакт, погане харчування, психічний і фізичний стрес, – те, з чим стикаються біженці та мігранти. І через це вони піддаються підвищеному ризику зараження цілим рядом інфекційних захворювань: діареї, гепатиту, паразитарним захворюванням, що передаються через воду, та інфекціям дихальних шляхів, включаючи туберкульоз.

Поеднання цих факторів ризику та поганий доступ до медичних послуг підвищує вразливість біженців до туберкульозної інфекції. Крім того, затримка в діагностиці призводить до поганих результатів лікування та продовження передачі інфекції іншим людям.

Війна завжди додає ризиків поширення різноманітних інфекційних захворювань, туберкульоз не виключення. Міграція населення, скупченість, нестабільність в країні, економічні негаразди, бідність-це ті фактори, які можуть спровокувати поширення туберкульозу.

Епідемічна ситуація щодо туберкульозу напружена як серед цивільного населення, так і серед військовослужбовців ЗСУ, оскільки особовий склад комплектується з населення країни і тісним чином пов'язаний з епідеміологічною та

соціально-економічною ситуацією в Україні загалом. У зв'язку з цим у військових частинах відтворюється та ж сама або ще гірша динаміка епідеміологічних показників з ТБ, що й серед цивільного населення. Захворюваність на туберкульоз серед військовослужбовців невпинно зростає у зв'язку з війною. Також на захворюваність впливають наступні чинники:

- погіршення умов побуту;
- нерегулярне харчування;
- порушення режиму сну та відпочинку;
- перебування в постійних умовах стресу.

Ці проблеми згубно впливають на імунну систему та збільшують сприйнятливість до мікобактерій. Повністю захиститись від туберкульозної інфекції неможливо, але можна запобігти розвитку хвороби та виявити її на ранній стадії.

Звісно, серед них є люди, які лікують туберкульоз. Одна з проблем, яка постала перед ними і перед протитуберкульозною службою, — забезпечення доступу до терапії на новому місці перебування. Адже для подолання туберкульозу питання регулярності прийому препаратів є принциповим.

Медична система України була адаптована до викликів війни і будь-який пацієнт з туберкульозом може звернутися до найближчого протитуберкульозного закладу того регіону, куди він евакуювався.

На сьогодні, незважаючи на високі темпи міграції, сам феномен міграції як фактор ризику поширення туберкульозу мало вивчений. Масова нелегальна еміграція автоматично передбачає зниження ефективності протидії туберкульозу закладів охорони здоров'я та забезпечення епідеміологічної

безпеки щодо обох сторін як країн, що приймають мігрантів, так і країн їх походження, особливо з високим тягарем активного та мультирезистентного туберкульозу.

У геополітичному контексті, враховуючи високу ревалентність процесу міграції та ризик активного туберкульозу, профілактичне обстеження мігрантів повинні виконувати обидві сторони: як приймаюча країна так країна походження.

Повномасштабна війна в Україні підштовхнула мільйони людей до міграції. З'являється все більше доказів і розуміння того, що соціальна та економічна нерівність підтримує вразливість мігрантів до туберкульозу, як і дискримінаційна політика в секторах, не пов'язаних зі здоров'ям, таких як імміграція, праця та соціальний захист. Відсутність цілеспрямованих стратегій профілактики та боротьби з туберкульозом для мігрантів створює значні перешкоди для досягнення цілей ліквідації туберкульозу в кількох країнах походження, транзиту та призначення для мігрантів.

Фактори ризику – мігранти стикаються з вищим ризиком зараження туберкульозом через перенаселені умови життя та праці та підвищена вразливість до ВІЛ, недоїдання та вживання психоактивних речовин, спричинених маргіналізацією та соціальною ізоляцією. Запізнення з діагностикою туберкульозу серед мігрантів зазвичай пов'язують із труднощами в доступі до медичної допомоги, відсутністю освіти, поганою поведінкою, спрямованою на здоров'я, культурними переконаннями, стигмою та маргіналізацією.

Соціальні бар'єри – мігранти часто не мають доступу до правильної інформації, пов'язаної з туберкульозом, щодо

профілактики, передачі та латентних інфекцій через мовний бар'єр, а також культурні переконання. Страх, пов'язаний із стигматизацією, відсутність обізнаності щодо права на медичні послуги та низька спроможність витратити кошти на охорону здоров'я у відношенні доходу домогосподарства, а також несприятливі для мігрантів медичні послуги – усе це призводить до небажання звертатися за допомогою чи дотримуватись лікування.

Високий тягар захворюваності та смертності, пов'язаної з туберкульозом, серед мігрантів обов'язково буде мати негативні економічні наслідки на рівні домогосподарств для мігрантів та їхніх родин, на рівні суспільства через втрату продуктивності та доходів у галузях, які їх наймають, а також на рівні національного уряду.

Місце призначення: інтеграція мігрантів у систему охорони здоров'я приймаючої країни (доступ, доступність, доступність і прийнятність), умови їхнього життя та роботи, а також соціально-економічний статус. Впливати на ризики зараження та ефективно лікувати туберкульоз. Труднощі з доступом до житла, роботи, медичної допомоги та інших соціальних послуг піддають мігрантів факторам ризику туберкульозу.

Причинами тягара туберкульозу серед мігрантів, ймовірно, є реактивація дистанційно отриманої латентної туберкульозної інфекції (ЛТТІ) після міграції з країн із низьким/середнім доходом і високим тягарем туберкульозу до країн із високим рівнем доходу та низьким тягарем туберкульозу.

Боротьба з туберкульозом у країнах з високим рівнем доходу історично зосереджена на ранньому виявленні та

лікуванні активного туберкульозу з супутнім відстеженням контактів. Однак, з огляду на велику кількість випадків туберкульозу серед мігрантів, триває дискусія про те, як найкраще ідентифікувати туберкульоз серед мігрантів. Незважаючи на те, що медико-економічний аналіз показав, що боротьба з туберкульозом у країнах із високим рівнем доходу виграє від надання цільового скринінгу та лікування ЛТБІ певним мігрантам із країн із високим тягарем туберкульозу, необхідно буде вирішити проблеми впровадження та бар'єри, такі як неоптимальне завершення лікування, щоб забезпечити ефективність програми.

Показники латентної поширеності туберкульозу серед мігрантів в основному отримані з перехресних досліджень, де, залежно від конкретної обстеженої популяції та використаного діагностичного інструменту, 5–72 % мігрантів мають позитивний результат на ЛТІ [4, 82]; це незалежно пов'язано зі збільшенням віку та захворюваністю на туберкульоз у країні походження [13]. Таким чином, можна зробити висновок, що як загальна тривалість контакту, так і тягар туберкульозу в країні походження визначають, чи матимуть люди ЛТІ [12]. Мігранти з ЛТІ прибувають до нижчих умов захворюваності та в перші роки після прибуття до країни призначення мають вищий ризик реактивації ЛТІ, який з часом повільно знижується, але залишається вищим, ніж у приймаючій популяції [67]. Вищий рівень реактивації протягом перших одного-двох років після прибуття мігрантів, ймовірно, відображає латентну туберкульозну інфекцію, яка була отримана в їхній країні походження незадовго до міграції, хоча також ймовірно, що в

країні призначення буде тривати складна взаємодія між приймаючими особами. Розуміння природного перебігу туберкульозу серед нещодавно прибулих мігрантів є важливим, коли ми розглядаємо, як найкраще запровадити боротьбу з туберкульозом у цій популяції.

Іммігранти, які прибувають із країн із високим рівнем захворюваності на туберкульоз (ТБ), можуть становити загрозу для боротьби з туберкульозом у приймаючих європейських країнах з низьким рівнем захворюваності. Це дослідження проаналізувало 28 країн Європейського Союзу, а також Ісландію та Норвегію (ЄС+2). Кореляційний аналіз Пірсона для кожної країни та всіх країн, разом узятих, протягом 2011–2017 років був проведений, щоб виявити будь-яку потенційну кореляцію між кількістю іммігрантів щорічно та показниками захворюваності на туберкульоз на 100 000 населення. Загальні дані показали значну негативну кореляцію між кількістю іммігрантів і рівнем захворюваності на туберкульоз. Негативну кореляцію також виявлено для 22 із 30 країн ЄС. У трьох країнах (Німеччині, Італії та Норвегії) спостерігалася значуща позитивна кореляція між рівнем виявлення туберкульозу та кількістю іммігрантів. Загалом дослідження не показало чіткої закономірності між передачею туберкульозу та імміграцією. Постійний нагляд за міграцією та показниками туберкульозу має важливе значення, і існує потреба у гармонізації визначень випадків і стандартів звітності для оптимізації програм боротьби з туберкульозом у Європі.

Враховуючи значний приплив людей із України, існує ймовірність того, що рівень захворюваності на туберкульоз

серед корінного населення європейських країн може зрости через отримання ними інфекції від нещодавно прибулих мігрантів. Окрім безпосередньої проблеми охорони здоров'я, пов'язаної із захворюваністю та смертністю людей від рецидиву туберкульозу, а також економічних витрат на ефективну програму боротьби з туберкульозом, включаючи виявлення випадків, тривале лікування та подальше спостереження, існує природне занепокоєння щодо потенційної появи мультирезистентний (МР) і надзвичайно стійкий (ШЛС) туберкульоз. У нещодавньому огляді туберкульозу як хвороби, що знову виникає в Європі, обговорювалася епідемічна загроза, яку становить імміграція, а також можливі стратегії запобігання цій небезпеці [9, 51].

Враховуючи відсутність будь-яких аналітичних епідеміологічних досліджень міграції та туберкульозу в Європі, ми вирішили вивчити потенційний зв'язок між міграцією та туберкульозом у Європі. Було проведено дослідницький аналіз з використанням наявних даних епіднагляду для виявлення будь-якої потенційної кореляції між даними на рівні населення щодо міграції та туберкульозу в Європі.

Профілактика та контроль поширення туберкульозу в суспільстві, базується на своєчасному відстеженні тісних контактів і швидкому профілактичному лікуванні ЛТІ, а також на ефективному лікуванні активного захворювання на туберкульоз. Усі країни зі значною внутрішньою міграцією з країн із високим тягарем туберкульозу мають розглянути можливість додаткового цільового активного скринінгу серед нещодавніх мігрантів.

Такі соціальні бар'єри, як мова, культура, стигматизація, недружні медичні служби також сприяють високій поширеності туберкульозу серед них. Економічна депривація та соціальна маргіналізація можуть потенціювати туберкульоз серед мігрантів. Мігранти можуть не отримати належного лікування туберкульозу, якщо у них розвивається захворювання.

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) припускає, що покращення лікування туберкульозу серед мігрантів можна розглядати як ключовий пріоритет охорони здоров'я. для ліквідації туберкульозу.

Історично міграція людей мала великий вплив на поширення туберкульозу (ТБ). Наша держава, як і ЄС загалом, переживають наймасштабнішу міграційну кризу з часів другої світової війни. Небачена кількість вимушених переселенців з України заповонила країни Європи. Станом на 15.11.2022 через війну за кордоном залишаються 7.6 млн українських громадян.

За останніми даними ООН, в Європі перебуває майже 5 мільйонів українських біженців. На кінець 2022 року найбільше, майже 1.5 млн статусів тимчасового захисту надала Польща, ще понад 1 млн – Німеччина і приблизно 450 тис – Чехія. Понад 100 тис українців зареєстровано також в Італії, Іспанії, Болгарії, Великобританії та Франції. На момент початку масової міграції захворюваність в Україні складає 44 випадки на 100 тис населення. Один такий хворий інфікує 10-15 контактних осіб протягом року. Ризик розвинутих активному туберкульозу у інфікованого складає 5-10 % протягом всього життя.

Понад 90 % дорослого населення України є інфікованими мікобактеріями туберкульозу. Несприятливі умови життя, тісний

контакт, психічний і фізичний стрес, – те, з чим стикаються біженці з України. Поєднання цих факторів ризику та недостатнього доступу до медичних послуг сприяє переходу латентної туберкульозної інфекції (ЛТІ) в активний туберкульозний процес.

Раніше проведені когортні дослідження продемонстрували вірогідну позитивну кореляцію між кількістю нових мігрантів в ЄС та рівнем виявлення ТБ. Також встановлено, що значне число випадків туберкульозу (до 70%), зареєстрованих в Європі, приходить на долю населення, що народилося за її межами.

Враховуючи статистику щодо міграційної хвилі з України в воєнний період ми можемо спрогнозувати хвилю захворюваності та значне підвищення кількості інфікованих осіб серед населення країн європейського регіону, що матиме негативні економічні наслідки на рівні національних урядів.

РОЗДІЛ 2

Використання мультиагентних систем для прогнозування перебігу інфекційних захворювань

Прогнозування епідеміологічних процесів має величезне значення, оскільки воно дозволяє зрозуміти та передбачити майбутні захворювання та епідемічні тенденції. Використання потенціалу штучного інтелекту (ШІ) і багатоагентних систем є надзвичайно важливим, оскільки ці передові інструменти дозволяють обробляти величезні обсяги даних і моделювати системи.

Досліджуючи широкий діапазон параметрів, ці методи швидко визначають складні взаємозв'язки між різними факторами, прокладаючи шлях для точного прогнозування майбутньої траєкторії епідемії. Наприклад, штучний інтелект може аналізувати дані про захворюваність на туберкульоз у різних глобальних регіонах і поєднувати їх з інформацією про інші захворювання, які є факторами ризику туберкульозу, та мають значний вплив на імунну систему людини. Цей аналіз може виявити приховані взаємозалежності, дозволяючи робити обґрунтовані прогнози щодо майбутнього перебігу епідемії.

Крім того, потенціал ШІ виходить за рамки простого моделювання епідеміологічних процесів, він також є перспективним для тестування різних стратегій лікування та профілактики. Використовуючи багатоагентне моделювання в поєднанні з нейронними мережами навчання з підкріпленням, можна визначити найефективніші заходи профілактики поширення туберкульозу в окремих регіонах.

Таким чином, штучний інтелект може бути дуже корисним інструментом для прогнозування епідеміологічних процесів і виконання різноманітних завдань у сфері охорони здоров'я. Проте варто зазначити, що штучний інтелект не може замінити професійний, персоналізований людський досвід і знання, тому його слід використовувати з розумінням і уважним розглядом.

Схоже дослідження (Churchyard G. et al, 2017) окреслює процеси передачі та ліквідації туберкульозу. Втручання, призначені для припинення передачі туберкульозу, зосереджені на групах і середовищах високого ризику. Пропонується простий каскад передачі туберкульозу, коли початковий випадок туберкульозу генерує інфекційні частки, які затримуються в повітрі та можуть бути вдихнуті сприйнятливими особами, що призводить до потенційного зараження та подальшого розвитку туберкульозу. Націлювання на такі події за допомогою втручань може ефективно перервати передачу туберкульозу, прискорюючи зниження захворюваності та смертності від туберкульозу.

У (Auld SC. et al, 2023) автори заглиблюються в моделі передачі туберкульозу, наголошуючи на важливості цілеспрямованих, заснованих на фактичних даних втручань у сфері охорони здоров'я. У статті представлено випадки передачі через епідеміологічний або геопросторовий зв'язок, а також геномні докази на основі генетично схожих штамів туберкульозу. Глибше розуміння місць і моделей передачі має вирішальне значення для посилення поточних зусиль з контролю за туберкульозом за допомогою цілеспрямованих і

заснованих на фактичних даних втручань у сфері охорони здоров'я.

У (John CA., 2019) автори досліджують соціальні підходи до ліквідації туберкульозу відповідно до цілей Стратегії Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) щодо подолання туберкульозу (2016-2035), з особливим акцентом на Азіатсько-Тихоокеанському регіоні. У документі висвітлюються основні фактори, що поширені в регіоні та сприяють передачі та прогресуванню туберкульозу, включаючи погіршення стійкості до ліків, нерегульований розвиток приватного сектора та високу щільність населення. В оглядовій статті (John CA., 2019) стверджується, що стійке зниження глобальних показників туберкульозу вимагає переоцінки та вдосконалення соціальних рішень. Для досягнення цього життєво важливою буде реалізація соціальних, екологічних та економічних заходів у поєднанні з біомедичними інноваціями та загальним охопленням медичними послугами. Однак успішна реалізація цих зусиль залежить від співпраці між секторами охорони здоров'я, державними секторами, громадянським суспільством і групами ризику, які будуть старанно працювати разом у наступні роки.

Вищезазначені аспекти підкреслюють важливість обраної теми дослідження. Розробка надійної аналітичної моделі має величезний потенціал, щоб бути дуже корисною в практичній охороні здоров'я, зокрема у формулюванні стратегій боротьби з передачею туберкульозу в країнах Європейського регіону ВООЗ, які зазнають значної міграції з регіонів високого ризику туберкульозу (Всесвітня організація охорони здоров'я, 2022).

Метою цього дослідження є розробка алгоритму, який використовує можливості ШІ та нейронних мереж для побудови геопросторової моделі передачі туберкульозу.

Матеріали та методи. Дослідження проводилося в період з жовтня 2022 року по жовтень 2023 року (Державна служба статистики України, 2022).

2.1. Формалізація моделі «GeoCity»

Формалізація моделі «GeoCity». Отже, задачею цього дослідження було змодельовати поширення туберкульозу в межах міста. За основу моделі було вибрана модель «GeoCity» [28], що дозволяє максимально реалістично змодельовати функціонування міста з погодинною розбивкою. Формалізована модель представляє собою:

Формула 1.

$$"GeoCity" = \{G, T, A, R, H, V\}_{city}.$$

де:

G – набір геооб'єктів, з яких складається місто (карта міста, жилі будинки, робочі місця, публічні місця, магазини, супермаркети дитячі садочки, школи, університети, тощо).

T – транспорт, яким пересуваються агенти протягом симуляції, він включає в себе громадський транспорт та власні автомобілі. Також ця модель дозволяє враховувати людей які пересуваються пішки та не використовують транспорт.

A – список агентів які безпосередньо проживають в цьому місці, та мають свої власні атрибути такі як вік, стать, місце роботи, місце проживання, та інші.

R – це набір правил, які виконують агенти, що проживають в місті протягом робочого або вихідного дня. Фактично представляють собою щоденний розклад. Цей розклад містить список об'єктів де знаходиться агент протягом певного інтервалу часу, як правило 1 година.

H – атрибути здоров'я кожного агента, що залежить від типу інфекції яка моделюється.

V – правила поширення інфекції, які визначають як інфекція передається від інфікованих людей до здорових, а також визначають процес перебігу хвороби.

Процес ініціалізації параметрів моделі та симуляції щоденного розкладу описано в роботі. Візуально процес моделювання поширення інфекції представлено на рисунку 1.

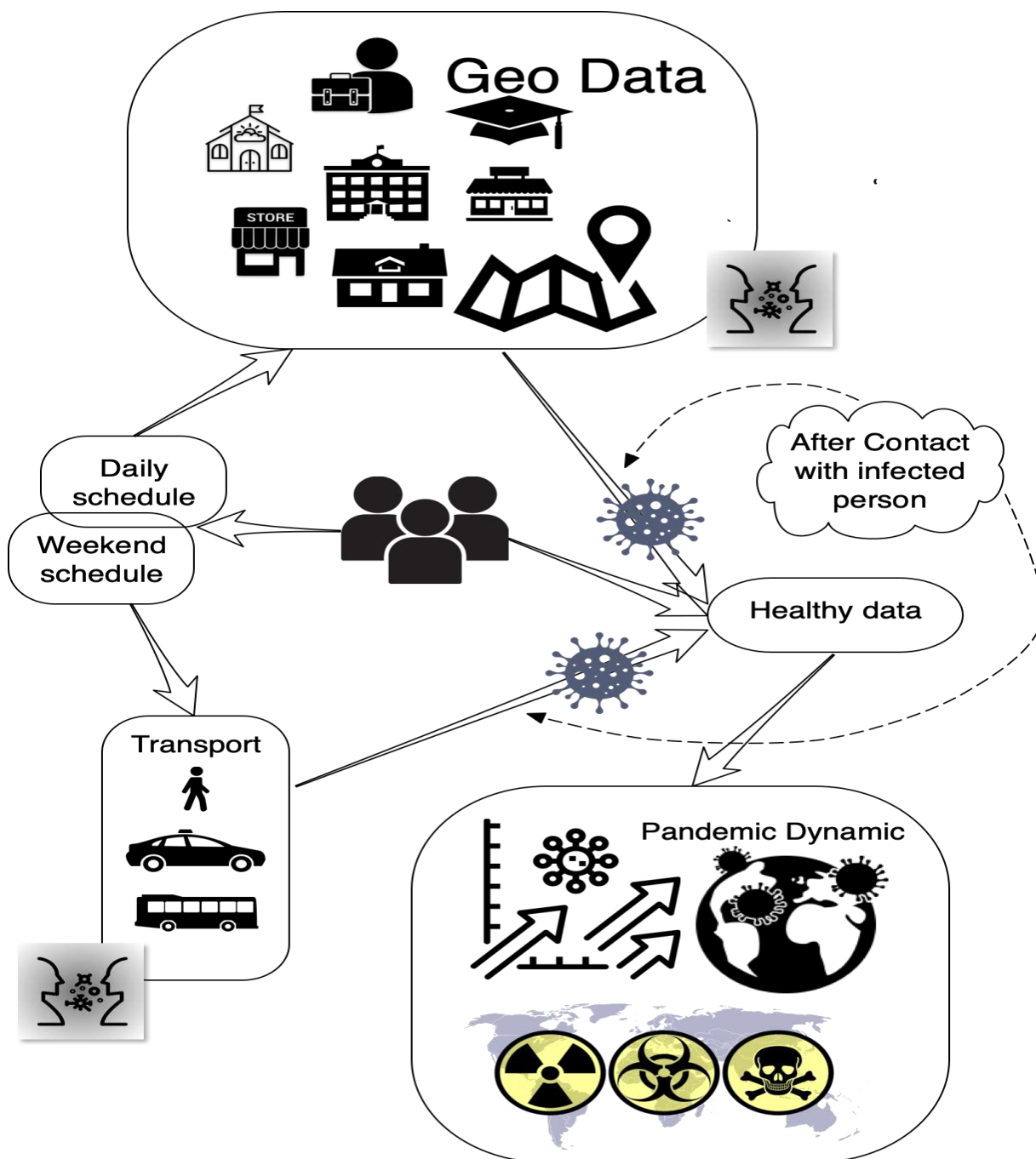


Рис. 1. Формалізація функціонування моделі «GeoCity». Процес моделювання складається з таких етапів:

- Ініціалізація міста. На цьому етапі проходить ініціалізація всіх об'єктів міста, генерація агентів, визначення де мешкають агенти, склад їх сім'ї, визначення професій агентів, визначення транспортом яким добираються агенти до роботи. Все це відбувається з рахуванням віку та особливостей агентів, та досягається максимально реалістично внутрішня структура міста. Після цього для кожного агента генерується власний та унікальний щоденний розклад з врахуванням робочих та вихідних днів.
- Ініціалізація параметрів здоров'я. На цьому етапі кожному агенту присвоюється власні унікальні атрибути які стосуються конкретно взятого захворювання або захворювань.
- Симуляція робочого дня. На цьому етапі імітується робочий день для всіх агентів системи. Тобто імітується коли та яким транспортом агент добирається до робочого місця, перебування на робочому місці, обідня перерва, добирання додому транспортом чи автомобілем, відвідування супермаркету, та інших публічних місць.
- Симуляція поширення інфекції. Ця симуляція відбувається для кожної години щоденного розкладу. На цьому етапі визначаються об'єкти в яких знаходяться інфіковані агенти, та симулюється процес інфікування.
- Симуляція перебігу хвороби. Цей етап відбувається в кінці кожного робочого дня в якому перераховується зміна станів здоров'я всіх агентів. Наприклад, зміна стану

імунітету, процес видужання або отриманням вакцини, тощо.

- Розрахунок статистики. На цьому етапі підводяться підсумки робочого дня, розраховується різного роду статистика, наприклад, кількість хворих, одужавших, латентних та інше. Також на цьому етапі можна отримувати геопросторову інформацію поширення інфекції.
- Перехід на новий день. Тут приймається рішення продовження симуляції, або її зупинка, наприклад коли всі хворі одужали.

Як було зазначено вище, поширення туберкульозу характеризується тим, що в середньому спостерігається 44 інфікованих людини на 100 000 населення (дані за 2021 рік по Україні). Тому такі системи мають мати не менше ніж 100 000 агентів для адекватного моделювання. Це може спричинити 2 проблеми. До першої можна віднести проблему пов'язану з малою кількістю інфікованих агентів, що може призвести до великих флуктуацій та відсутності стійкості системи при повторних симуляціях. Друга пов'язана з розрахунковим часом. Адже суттєве зростання кількості агентів приводить до стрімкого зростання часу розрахунку. Друга проблема легко вирішується тим, що не має необхідності симулювати поведінку агентів, які контактують тільки із здоровими агентами протягом робочого дня. Тобто на етапі симуляції хвороби, моделюють лише об'єкти в яких знаходяться інфіковані агенти. А це суттєво прискорює час розрахунку. Адже максимальна кількість таких об'єктів на кожному кроці ітерацій в середньому є не більшою ніж 44.

Процес поширення туберкульозу вже давно відомий, тому до сьогоднішнього дня процес інфікування та перебігу хвороби є добре вивченим. Слід зазначити, що не дивлячись на повітряно-крапельний процес інфікування, перебіг хвороби сильно відрізняється від вірусних інфекцій, на кшталт грипу чи COVID-19, як за часом так і за структурою. На рисунку 2 представлено схему перебігу хвороби згідно даних Всесвітньої організації охорони здоров'я.

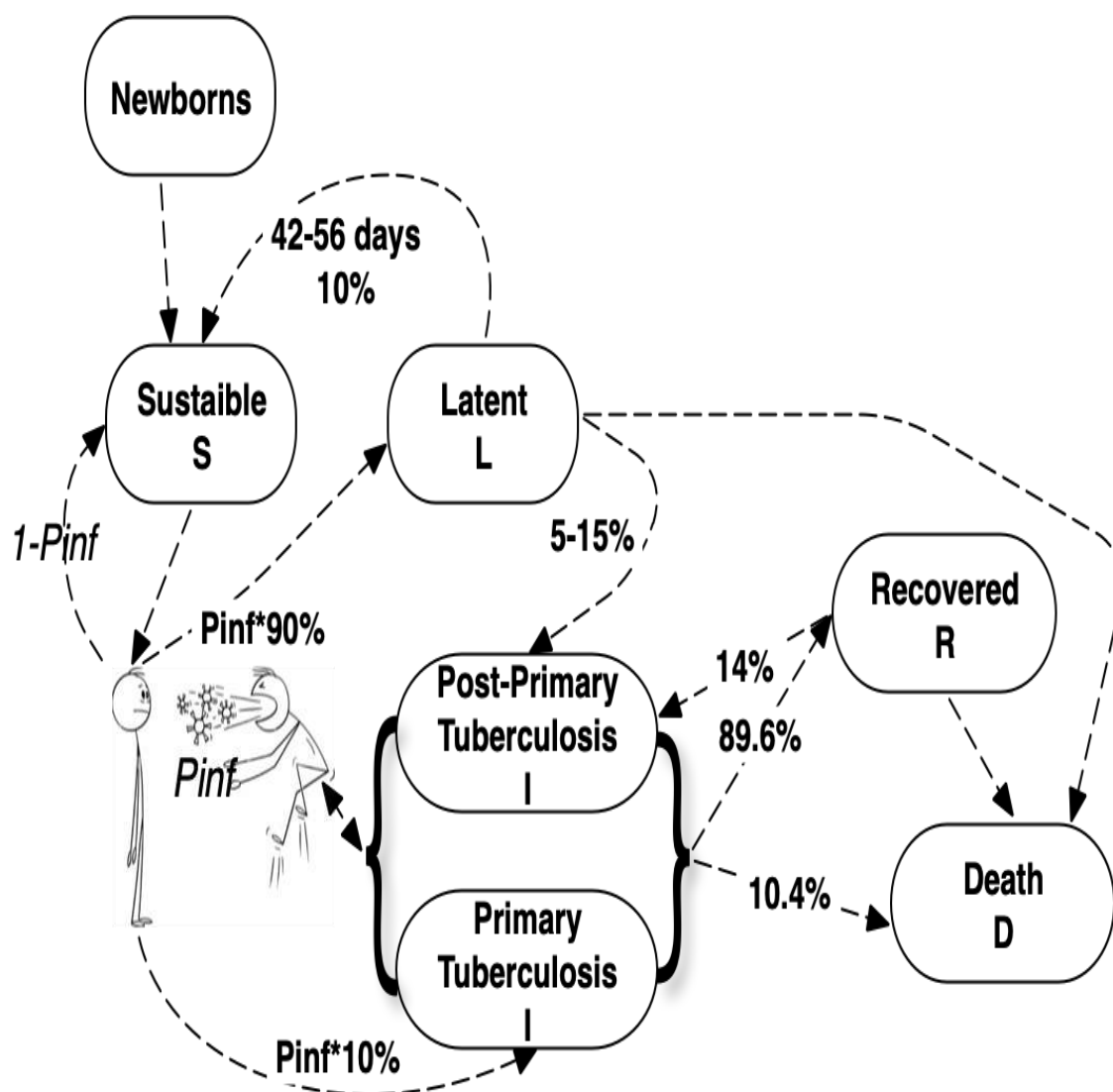


Рис. 2. Перебіг туберкульозу у випадку інфікування людини згідно ВООЗ.

Як видно з рисунку, в разі контакту із хворою людиною (позначимо цей стан I – Інфіковані) з певною імовірністю P_{inf} здорова людина (S – сталий) може інфікуватись. На відміну від вірусів, в разі інфікування 90% людей переходять у латентний стан (L – латентний). Тобто є носіями бактерій, однак не хворіють, не інфікують інших і можуть вільно перебувати поруч з інфікованими. Інші 10% захворівають на туберкульоз (I – Інфіковані). Тобто хворіють та можуть інфікувати інших. Слід зазначити, що смертність від туберкульозу є досить висока та складає 10.4%. Тому, після перенесеної хвороби відповідна кількість людей помирає (D – смерть), інша переходить в статус перехворівших (R – вилікуваний), який ідентичний латентному стану. Тобто пожиттєво залишаються носіями бактеріальної інфекції, однак не інфікують інших.

Перебіг латентної фази (L) має свої особливості. Як видно з рисунку, 10% людей втрачають бактерії, та переходять в статус здорових людей (S). Згідно досліджень, це відбувається на 42-56 день після інфікування людини. Інші 90% людей пожиттєво є носіями мікобактерії туберкульозу та не хворіють. Однак, як показують дослідження [33], у 5 - 15% таких людей випадково ця бактерія може активізуватися і, людина в латентному стані спонтанно може захворіти туберкульозом (тобто перейти в стан I). Цей тип хвороби називається “вторинний туберкульоз”, та протікає як звичайний туберкульоз. Це може бути спричинено впливом якихось інших стимулюючих факторів. Також слід зазначити, що в людей які перенесли туберкульоз та знаходяться в стані R, може статися рецидив, тобто вони можуть повторно захворіти на туберкульоз протягом

свого життя. Як показують дослідження, таке стається у 14% людей.

Отже, можна прийти до висновку, що перебіг туберкульозу характеризується такими станами як: SLIR(D). Ці стани дещо нагадують відому модель SEIR(D) для вірусних інфекцій. Однак, алгоритм протікання цієї хвороби суттєво відрізняються від вірусних інфекцій, та потребує суттєвої модифікації підходу SEIR(D), який може бути основою для моделювання поширення туберкульозу.

З рисунку 2 також видно, що є постійне оновлення кількості людей які можуть інфікуватися туберкульозом (S) за рахунок втрати бактерії. Також слід зазначити, що тривалість циклу інфікування-захворювання-одужання є досить тривалим та вимірюється роками. Тобто, за довгий період часу з'являються народжені люди, які теж знаходяться в стані S. Люди, що знаходиться в латентному стані, та в стані одужання, можуть померти з інших причин або від старості.

Отже, як видно з рисунку, за рахунок циклічних процесів, довготривалості захворювання та постійного поновлення кількості людей в стані S, туберкульоз може існувати так довго як існує людство, що власне кажучи і спостерігається на сьогоднішній день.

Модифікація «GeoCity» для моделювання туберкульозу. Атрибути здоров'я (H). Для моделювання поширення туберкульозу згідно моделі необхідно для кожного агента ($A = \{a_i\}_{i=1, \overline{P}}$) задати його власні атрибути здоров'я та правила їх зміни. Для перевірки адекватності моделі, врахуємо лише самі суттєві параметри здоров'я агентів, які впливають на

інфікування та перебіг туберкульозу. В базовому наближенні ми не будемо враховувати гендер, вікові особливості імунітету, структуру суспільства стосовно особливостей здоров'я, тощо. Тобто всі агенти мають однакову сприйнятливість та особливості перебігу туберкульозу. В разі підтвердження адекватності моделі, ці всі параметри можуть бути легко додані до моделі. Отже, як видно з рисунку 2, до основних атрибутів здоров'я необхідно віднести:

st: стан здоров'я агента, що може приймати значення "S", "L", "I", "R" та "D";

t_{st}: час перебування агента в стані *st*;

con: контагенозність агента, тобто рівень заразності інфікованого агента;

bel: логічне значення (true/false), що визначає чи втратить інфікований агент, що знаходиться в латентному стані, бактерію;

t_{bel}: кількість днів через яку агент втрачає бактерії туберкульозу;

pp: логічне значення (true/false), яке визначає чи людина яка знаходиться у латентному стані захворіє туберкульозом протягом свого життя;

t_{pp}: кількість днів, через який людина, яка знаходиться в латентному стані, захворіє на туберкульоз;

p_{death}: імовірність смерті агента в разі перенесення туберкульозу.

Отже, атрибут здоров'я із моделі може бути представлений у вигляді кортежу наступних атрибутів:

Формула 2.

$$H = \{h(a_i)\}_{i=\overline{1,P}} = \{\langle st, t_{st}, con, bel, t_{bel}, pp, t_{pp}, p_{death} \rangle_i\}_{i=\overline{1,P}},$$

де P – популяція (кількість агентів) моделі.

2.2. Правила поширення туберкульозної інфекції та ініціалізація міста

Правила поширення інфекції (V). Правила поширення інфекції передбачають набір правил, що визначають зміни атрибутів стану здоров'я конкретного агента під час взаємодії з інфікованими агентами, в процесі ініціалізації, плину часу, перебігу хвороби.

Правила ініціалізації. Перед початком моделювання, кожному з агентів присвоюються атрибути згідно наступних правил:

Формула 3.

$$H(a) = \left\{ \begin{array}{l} st: "S" \\ t_{st}: 0 \\ bel: \begin{cases} true & x_{bel} < P_{bel} \\ false & x_{bel} \geq P_{bel} \end{cases} \\ t_{bel}: \begin{cases} [d_{min}, d_{max}] & x_{bel} < P_{bel} \\ 0 & x_{bel} \geq P_{bel} \end{cases} \\ pp: \begin{cases} true & x_{pp} < P_{pp} \\ false & x_{pp} \geq P_{pp} \end{cases} \\ t_{pp}: \begin{cases} d & x_{pp} < P_{rec} \\ 0 & x_{pp} \geq P_{rec} \end{cases} \\ p_{death}: P_{death} \end{array} \right.$$

де $x_{bel}, x_{pp} \in [0, 1]$ – випадкове число, P_{bel} – ймовірність втрати бактерії, P_{pp} – ймовірність спонтанного туберкульозу, P_{death} – ймовірність смерті, d – випадкове число в діапазоні $[0, md]$, md – максимальна тривалість життя агента в днях.

Як видно з формули (3) перш за все зазначається початковий стан агентів. Як правило, вони всі здорові ("S"). Для початку симуляції необхідно також задати які із агентів є

інфікованими. Для цього достатньо лише змінити стан необхідних агентів на “I”. Це вже залежить від експериментів які робляться над моделлю. Відповідно час перебування в початковому стані t_{st} теж рівний нулю.

Для кожного з агентів визначається чи втратить він бактерію (bel) у разі перебування в інфікованому стані і в якому діапазоні часу $pp \in [d_{min}, d_{max}]$.

Також визначається чи може агент спонтанно захворіти туберкульозом (pp) і через який час t_{pp} . Звичайно це стосується випадку, якщо агент буде перебувати в латентному стані.

Початок дня. Розрахунок часу перебування в конкретному стані.

На початку кожного дня час кожного агента $t_{st} = t_{st} + 1$ збільшується на одиницю, незалежно в якому стані знаходиться агент.

Правила визначення контагіозності. Кожен агент який хворіє туберкульозом, тобто знаходиться в стані «I», має свій власний унікальний рівень контагіозності який залежить від часу перебування в цьому стані. Цей рівень перераховується на початку кожного дня згідно формули запропонованої в роботі []:

Формула 4.

$$con(t_{st}) = \begin{cases} t_{st} \leq t_i & \max \left(0, Real \left(\sqrt[2]{1 - \left(\frac{t_i - d}{a} \right)^2} \right) \right), \\ t_{st} > t_i & e^{-\left| \frac{d - t_i}{b} \right|^3} \end{cases}$$

де a та b є емпіричними параметрами.

Погодинні правила. Правила інфікування агента. Ці правила застосовуються на кожному кроці ітерації, тобто для кожної години. Згідно них визначаються множина об'єктів в яких знаходяться інфіковані агенти. Після чого визначаються агенти які перебувають поруч з ними на тих самих об'єктах. Для кожного з агентів який перебуває в стані "S" визначається ймовірність інфікування згідно формули запропонованої в роботі []:

Формула 5.

$$P_{inf} = LS_i \times \frac{IR}{360} \times \frac{N_{inf}}{N_{obj}} \times \sum_{a=1}^{N_{inf}} con_a$$

де P_{inf} це ймовірність зараження сприйнятливої людини, LS_i тривалість перебування інфікованої людини [хв], IR рівень зараження (емпіричний параметр), N_{inf} кількість інфікованих агентів у певному місці, N_{obj} це загальна кількість агентів у певному місці, con_a – рівень контагіозності збудника a .

Залежно від ймовірності P_{inf} визначається стан агента який буде після години перебування в одному приміщенні із інфікованими агентами згідно формули:

Формула 6.

$$St_{inf}(a, P_{inf})_{a(st)='S'} = \begin{cases} L & x < P_{inf} \text{ and } x_{pt} < P_{pt} \\ I & x < P_{inf} \text{ and } x_{pt} \geq P_{pt} \\ S & x \geq P_{inf} \end{cases}$$

where $x, x_{pt} \in [0, 1]$ – випадкове число.

Як видно з формули вище, здоровий агент який знаходиться в одному приміщенні з інфікованим агентом, може або залишитися здоровим, або в разі інфікування перейти в латентний стан, або, захворіти безпосередньо туберкульозом.

В кінці кожного дня, для агентів розраховується нові стани згідно наступних правил.

Повна елімінація мікобактерії туберкульозу з організму. Як було зазначено вище, агенти які знаходяться в латентному стані ("L") можуть втратити бактерію в організмі тим самим перейти в стан здорової людини. Визначення нового стану можна описати згідно наступної формули:

Формула 7.

$$St_{L/S}(a)_{a(st)="L" \text{ and } a(bel)=true} = \begin{cases} L & t_{st} < t_{bel} \\ S & t_{st} \geq t_{bel} \end{cases}$$

Активний туберкульоз (вторинний).

Раніше зазначалося, 5-15% агентів які знаходяться в латентному стані можуть спонтанно захворіти туберкульозом. Це можна змоделювати наступним правилом:

Формула 8.

$$St_{L/I}(a)_{a(st)="L" \text{ and } a(pp)=true} = \begin{cases} L & t_{st} < t_{pp} \\ I & t_{st} \geq t_{pp} \end{cases}$$

Одужання (Смерть). Це правило застосовується для людей, які хворіють туберкульозом («I»). Протягом проходження певного часу, коли рівень контагіозності спадає нижче певного порогового значення, вважається що ця людина є здоровою та не може інфікувати інших. В окремих випадках, вона помирає.

Формула 9.

$$St_{R(D)}(a)_{a(st)="I" \text{ and } a(con)<\alpha} = \begin{cases} R & x \geq p_{death} \\ D & x < p_{death} \end{cases}$$

where α – пороговий рівень контагіозності, $x \in [0, 1]$ – випадкове число.

В разі одужання агента, в нього залишається імовірність рецидиву туберкульозу протягом його життя. Фактично це ідентично випадку спонтанного туберкульозу який описано вище. Для цього кожному агенту який змінив стан «I» на «R» перераховується параметри спонтанного захворювання на туберкульоз:

Формула 10.

$$pp(a)_{a(st)=I \rightarrow R} = \begin{cases} true & x < P_{rec} \\ false & x \geq P_{rec} \end{cases}$$

$$t_{pp}(a)_{a(st)=I \rightarrow R} = \begin{cases} d & x < P_{rec} \\ 0 & x \geq P_{rec} \end{cases}$$

де $x \in [0, 1]$ – випадкове число, P_{rec} – імовірність рецидиву, d – випадкове число в діапазоні $[0, md]$, md – максимальна тривалість життя агента в днях.

Рецидив. Рецидив трапляється в людей, які перехворіли туберкульозом, та можуть повторно ним захворіти:

Формула 11.

$$St_{R/I}(a)_{a(st)='R' \text{ and } a(pp)=true} = \begin{cases} R & t_{st} < t_{pp} \\ I & t_{st} \geq t_{pp} \end{cases}$$

Зміна стану. В разі якщо протягом робочого дня агент змінив свій стан, в цьому випадку час перебування в цьому стані скидається в нульове значення: $t_{st} = 0$

Структурування параметрів моделі. Підсумовуючи вищесказане, можна розділити всі атрибути та функціональні залежності на 3 групи. До першої групи (статичні або детерміновані) відносяться ті з них, які визначаються згідно відомих статистичних даних, або можуть бути розраховані за

допомогою чітких формул. До другої групи (стохастичні) відносяться атрибути та функції в яких присутні стохастичні параметри які визначаються випадково. 3-я група, це емпіричні параметри, тобто ті які визначаються шляхом підгонки результатів комп'ютерних симуляції до реальних даних.

Таблиця 1. Класифікація атрибутів моделі

Об'єкт	Статичний, детермінований	Стохастичний	Емпіричний
Здорові дані	$st, t_{st}, P_{pt}, P_{death}, P_{bel}$ $, P_{pp}, P_{rec}$ d_{min}, d_{max}, md	$bel, t_{bel}, pp, t_{pp},$	
Правила поширення бактерії	$P_{inf},$ $St_{L/S}, St_{L/I}, St_{R/I}$	$St_{inf}, St_{R(D)}$	IR con, a, b, α

Як видно з таблиці, більшість атрибутів та функціональних залежностей (правил зміни станів, імовірність інфікування) можуть бути чітко визначені на основі відомих статистичних даних щодо туберкульозу. Стохастичні атрибути та правила зміни станів на основі них, є теж чітко визначеними на основі медичних досліджень. Єдина відмінність їх від попередніх є та, що такі процеси як інфікування та одужання/смерть носять ймовірнісний характер та моделюється за допомогою генератора випадкових чисел.

До емпіричних параметрів можна віднести такі як, рівень зараження (IR). Цей параметр може бути легко визначений шляхом порівняння швидкості інфікування в моделі та реальних даних.

Наступними емпіричними параметрами є функція визначення контагіозності, яка залежить від двох емпіричних параметрів a , b . Для визначення цих атрибутів, та адекватності самої функції достатньо порівняти динаміку реальної контагіозності хворих туберкульозом з результатами цієї функції. Так як туберкульоз є достатньо добре дослідженим, встановити значення цих атрибутів та порівняти точність не є складною задачею і буде представлено в подальшому.

Функція контагіозності повертає неперервне значення рівня заразності і ніколи не буде чітко рівною 0, тому для визначення порогового значення одужання α вибирається таке мале значення контагіозності, при якому кількість днів, протягом яких хворіє пацієнт, буде рівним в середньому значенню тривалості туберкульозу. ($\text{con}(t_{\text{dur}}) \leq \alpha$). Де t_{dur} – середня тривалість лікування туберкульозу.

Результати та обговорення. Параметри моделі функціонування міста «GeoCity». В якості тестового міста для моделювання поширення туберкульозу було обрано місто Львів. Це найбільший обласний центр Західної України. Населення міста становить близько 720 тис. [42]. Так як вся статистика стосовно туберкульозу відображається у відношенні до 100.000 населення в нашій роботі буде протестована мультиагентна система яка складається саме із такої кількості агентів. Так як населення міста приблизно в 7.2 разів більше ніж

агентів у нашій моделі, всі параметри міста – кількість будинків, робочих міст, шкіл та інше (окрім площі та відстаней) будуть зменшені у відповідну кількість разів. В таблиці 2 представлено порівняльний аналіз реальних географічних ознак міста та відповідні їм параметри моделі. Згідно статистичних даних [42] лише 25% українців мають власний автомобіль. Це означає, що 75% населення користуються громадським транспортом або є пішоходами. У нашому моделюванні 50% агентів користуються громадським транспортом, а 25% є пішоходами.

Таблиця 2. Порівняння геоданих і даних про населення реального міста Львів з моделлю.

	Львів	Модель
Населення (P)	~720 000	100 000
Робочі місця (N_w)	33000	5000
Житло (N_h)	244727	33333
Дитячі садочки	115	15
Школи	155	22
Університети	29	4
Лікарні	7	1
Транспорт (N_t)	615	85
Кількість людей в транспорті (% населення)		
- громадський транспорт		

- пішоходи - автомобілісти	-	50%
	-	25%
	25%	25%
Магазини (N_p)	63000	8750

Як було показано в роботі [67] ми вважаємо, що агенти проводять в середньому 1 годину в транспорті (2 години в обидві сторони), 2 години в громадських місцях, 8 на роботі і 12 вдома. Щоденні розклади об'єктів функціонування міста робочі та вихідні дні представлені в роботі [38]. Це було основою для складання щоденного розкладу кожного агента. Вказаних параметрів достатньо, для імітації роботи і функціонування міста. Принцип оцінювання ініціалізація детально описані в роботі [74].

Параметри здоров'я моделі «GeoCity». Як видно з рисунку 2, та таблиці 1, параметри здоров'я та функціональні залежності поширення туберкульозу є добре відомими та визначеними ВООЗ. Тому в нашій моделі використовувались саме ці величини, і вони наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. Параметри здоров'я в моделі GeoCity.

Дані здорових
$P_{pt} = 10\%$, $P_{death} = 10.4\%$, $P_{bel} = 10\%$,

$$P_{pp} = 10\%,$$

$$P_{rec} = 14\%$$

$$d_{min} = 42,$$

$$d_{max} = 56,$$

$$md=72$$

Всі інші величини визначаються за допомогою формул, або згідно випадкового розподілу наведеного вище.

Визначення емпіричних параметрів контагіозності. Для визначення емпіричних параметрів контагіозності, було розв'язано задачу оптимізації згідно якої мінімізували середнє квадратичне відхилення між реальними даними контагіозності [28] та модельними даними в залежності від часу:

Формула 12.

$$\left(con_{a,b}(t) - con(t)_{real} \right)^2 \rightarrow min$$

$$a, b \geq 0$$

В результаті були отримані наступні значення: $a=90, 50$. Результати порівняння отриманих залежностей представлені на рисунку 3.

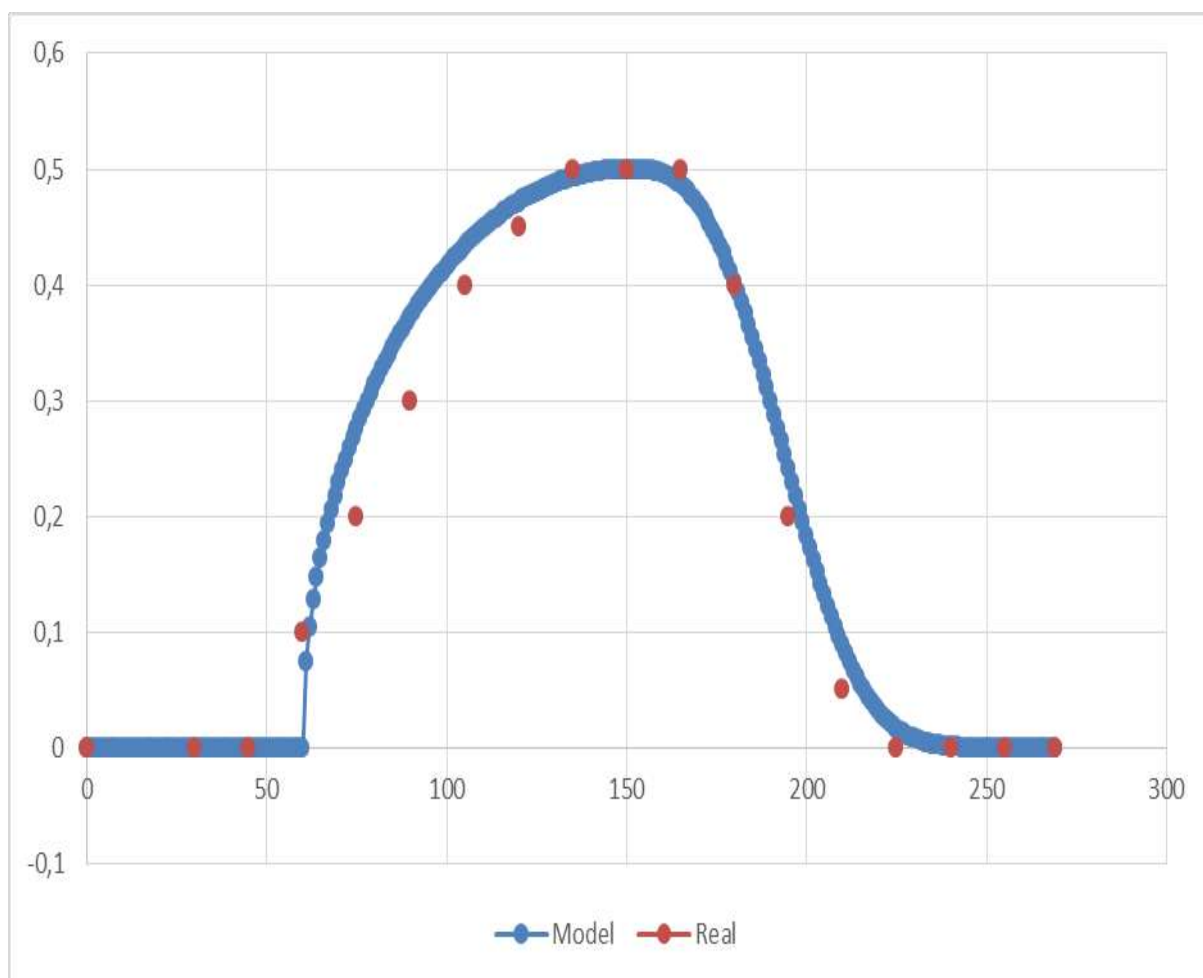


Рис. 3. Порівняння модельних значень контагіозності з реальними даними

Як видно з рисунку 3, отримана залежність досить добре співпадає з реальними експериментальними даними, які раніше були отримані в медичних дослідженнях. Також, ця залежність дозволяє визначити необхідний рівень α , який означає, що пацієнт є здоровим. Згідно медичних даних, пацієнт вважається здоровим на 225-й день від моменту інфікування. Як показують дані моделі, та як видно на графіку, на 225-й день рівень контагіозності складатиме $\alpha = 0.017$. Отже, можна вважати, що якщо рівень контагіозності людини спадає менше цього рівня, пацієнт вважається здоровим. Саме рівень α є більш коректним для визначення статусу «здоровий», тому що різні люди можуть

по-різному переносити туберкульоз, хтось може виздоровіти раніше, хтось пізніше, залежно від його рівня імунітету. Тому саме ось цей рівень α може бути критерієм здорової людини, замість врахування днів в подальшому.

Визначення рівня інфікування. Як було зазначено вище, для визначення емпіричного параметра IR необхідно запустити модель та відслідкувати динаміку інфікування в місті. Критерієм динаміки туберкульозу є так-зване репродукційне число, яке в мультиорендних системах може бути легко визначене згідно:

Формула 13.

$$R = N_I(t)/N_I(t - 1)$$

де N_I – кількість інфікованих людей; t – час (ітерація).

Згідно медичних досліджень [1], людина яка хвора на туберкульоз може інфікувати протягом року від 10 до 15 здорових людей у сприйнятливому середовищі. Під сприятливим середовищем ми розуміємо те, що інфікована людина потрапляє в середовище в якому мешкають тільки здорові люди. Для визначення цього рівня і чистоти експерименту, було проведена симуляція в якому, в разі інфікування, всі 100% людей переходять у латентний стан ($P_{pt} = 0$). Це дасть змогу шляхом простого підрахунку кількості латентних людей визначити скільки реально людей було інфіковано протягом року, та унеможливить збільшення латентних людей за рахунок нових хворих на туберкульоз. Також, для зменшення випадкових флуктуацій, та переходу до великих чисел, ми врахували, що на початку симуляції 44

людини є інфіковані на туберкульоз, всі інші перебувають в стані «S».

Метою було підібрати такий показник IR , при якому в кінці річної симуляції було одержати від 440 до 660 агентів, що перебувають в латентному стані «L». В ході експерименту необхідні значення отримувались при величині $IR = 0.0003 \div 0.00032$.

РОЗДІЛ 3

Застосування геопросторової мультиагентної системи для моделювання різних аспектів передачі туберкульозу

Симуляція поширення туберкульозу. Метою цієї симуляції було дослідити як пошириться туберкульоз в абсолютно здоровому середовищі, при відсутності будь-яких заходів його запобігання та лікування. Тим самим дослідити максимально можливі масштаби пандемії туберкульозу в такому місті. Це також дасть змогу дослідити адекватність зазначеної моделі.

Як було зазначено раніше, моделювання поширення туберкульозу відбувалось на симуляції в межах міста, що має структуру міста Львів та населення 100 000 агентів. Кількість геооб'єктів була відповідно зменшена пропорції до реальної кількості населення, тобто в 7.2 рази як було показано в таблиці 2.

Згідно офіційної медичної статистики в Україні (станом на кінець 2021 року) на 100 000 населення припадає 44 хворих на туберкульоз. Причому, більш ніж 90% населення знаходиться в латентному стані.

Симуляція туберкульозу проводилась в місті, в якому проживають люди, які не мають вакцинації та 0-й імунітет до цього виду бактеріальної інфекції. Тобто, імітувалась ситуація міграції людей із країни в якій практикується вакцинація та лікування туберкульозу, наприклад Україна, до країн, де рівень захворюваності вкрай низький, наприклад, будь-яка країна Євросоюзу.

В симульованому місті вважалось, що всі мешканці мають стан «S». В якості стартового інфікування випадковим чином вибирались 44 агенти, які були в стані «I», а час перебування в цьому стані t_{st} вибирався випадковим чином в діапазоні від 0 до 60 днів. Тобто, такий період часу, в якому рівень контагіозності інфікованих агентів ще рівний 0 (рис.3).

Як було зазначено вище, стан імунітету, здоров'я, особисті властивості агентів та інше не враховувались. Тобто всі агенти мають однакову сприйнятливість до туберкульозу, незалежно від їх особистих атрибутів. Тривалість симуляції складала 20 років. Вважалось, також, що щоденний розклад популяції з плином років не змінюється, тобто не враховувалось поповнення популяції новими дітьми, не враховувались зміни в професіях у зв'язку із старінням агентів, наприклад вихід на пенсію чи перехід з дитячого садочка в школу, а також не враховувались природна смертність з віком або інших хвороб. В разі підтвердження адекватності моделі всі ці параметри можуть бути легко враховано при подальших симуляціях.

Слід зазначити, що вікові зміни в професіях скоріш за все не будуть нести вагомий вплив, адже середня кількість людей в школах, університетах, дитячих садочках буде залишатись на тому самому рівні, не дивлячись на зміну професій в агентів. В разі підтвердження адекватності моделі врахування та аналіз всіх вище зазначених чинників буде метою наступного дослідження.

Для перевірки адекватності моделі та чутливості її до основних параметрів перебігу туберкульозу було проведено серії експериментів в трьох наближеннях:

1. Базове – не враховувались смертність, спонтанне захворювання на ТБ та рецидиви ($P_{death} = 0, P_{pp} = 0, P_{rec} = 0$)

2. Смертність – як на результати базової моделі вплине смертність ($P_{pp} = 0, P_{rec} = 0$)

3. Повноцінна модель – враховувались всі чинники, включаючи спонтанне захворювання на ТБ та рецидиви.

В якості статистичних показників, які характеризували поширення туберкульозу, були кількість інфікованих, латентних, перехворівших, та кількість смертей. Динаміка цих показників для базової моделі представлена на рисунку 1.

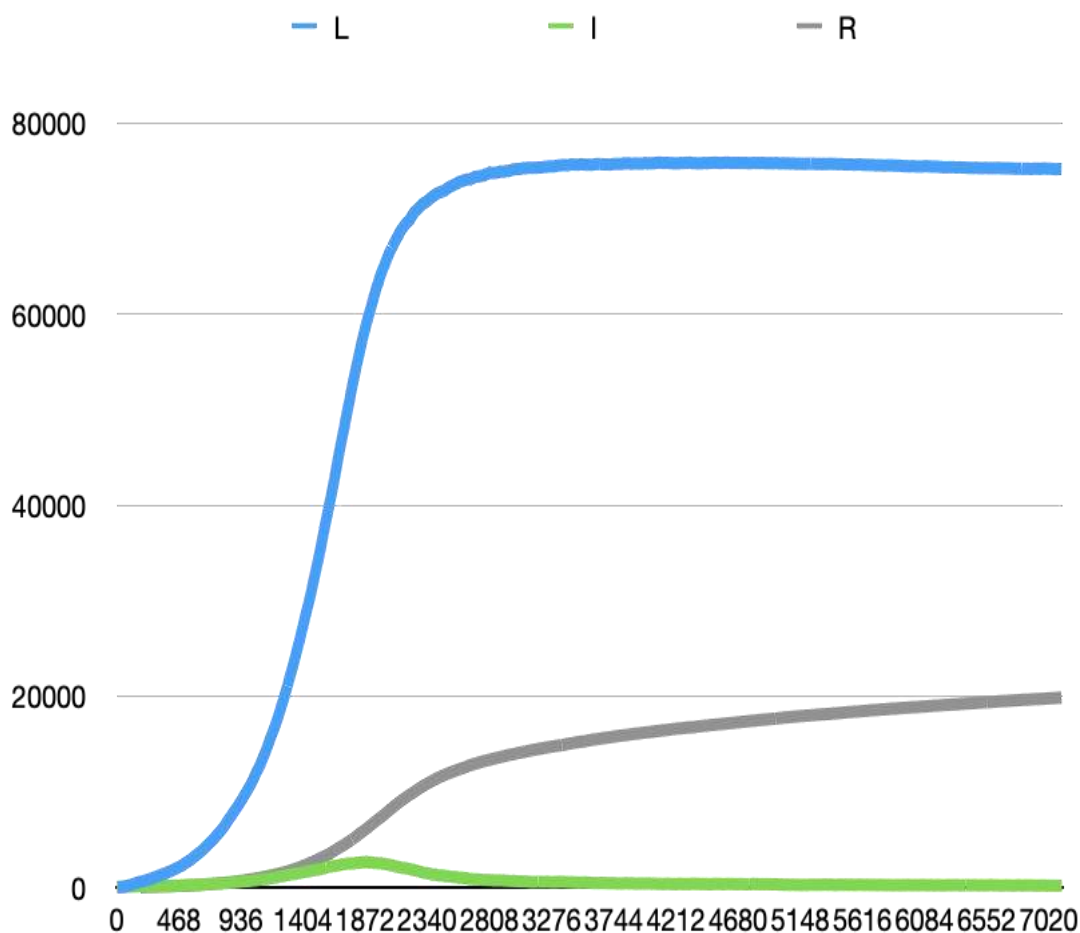


Рис 1. Динаміка хворих, латентних та одужавших агентів в базовій моделі.

Перш за все слід відмітити, що не дивлячись на невелику кількість інфікованих людей, на графіку повністю відсутні

випадкові флуктуації, та спостерігається стійкість до довготривалих розрахунків. Це підтверджує стабільність моделі. Час розрахунку склав приблизно 30 хвилин.

Як видно з рисунку, спостерігається зростання кількості хворих людей протягом перших двох років. Потім епідемія поступово спадає. Крім того, видно, що стрімко зростає кількість латентних людей, які виходять на максимум приблизно на 5.5-6-й рік симуляції. Слід зауважити, що збільшується кількість людей які перехворіли на туберкульоз. Їхня чисельність постійно зростає та не виходить на насичення. В цілому, після 20 років симуляції було встановлено, що кількість латентних людей складає 75169, перехворіли на туберкульоз 19852, активних хворих 163. Тобто людей які мають імунітет є: $75169 + 19852 = 95027$, що складає 95% населення. Виходячи з розрахунків, через 20 років абсолютно «чисте» місто, буде складатися з 95% людей які мають імунітет до туберкульозу, та 163 людини які активно хворіють. Це без врахування смертності та без врахування будь-яких засобів лікування та профілактики туберкульозу.

На рисунку 2, представлено порівняльний аналіз результатів динаміки хворих на туберкульоз в зазначених трьох експериментах. Як видно з рисунку, результати є приблизно однаковими. Врахування смертності майже не впливає на динаміку поширення туберкульозу. Врахування же спонтанного захворювання на туберкульозу, та рецидивів, призвело лише до зсуву максимуму епідемії на пару місяців пізніше. Максимальна кількість людей, яка хвора на туберкульоз не змінилась. Це може бути пов'язано із стохастичними параметрами

інфікування. Врахування факторів спонтанно вилікуваного туберкульозу та рецидивів призвело до того, що кількість хворих на туберкульоз в кінці симуляції стабілізувалась в межах 240 агентів. Що є на 80 людей, або 50% більше хворих ніж без врахування цих факторів. Крім того слід зазначити, що максимум інфікованих на туберкульоз складає в середньому 2800 агентів, що складає близько 2.8% популяції. Отже, особливість моделі передачі туберкульозу полягає в тому, що навіть при відсутності активного лікування, максимальний рівень епідемії складе лише близько 3% від загальної популяції людей. Це добре узгоджується з історичними даними поширення туберкульозу в світі [93].

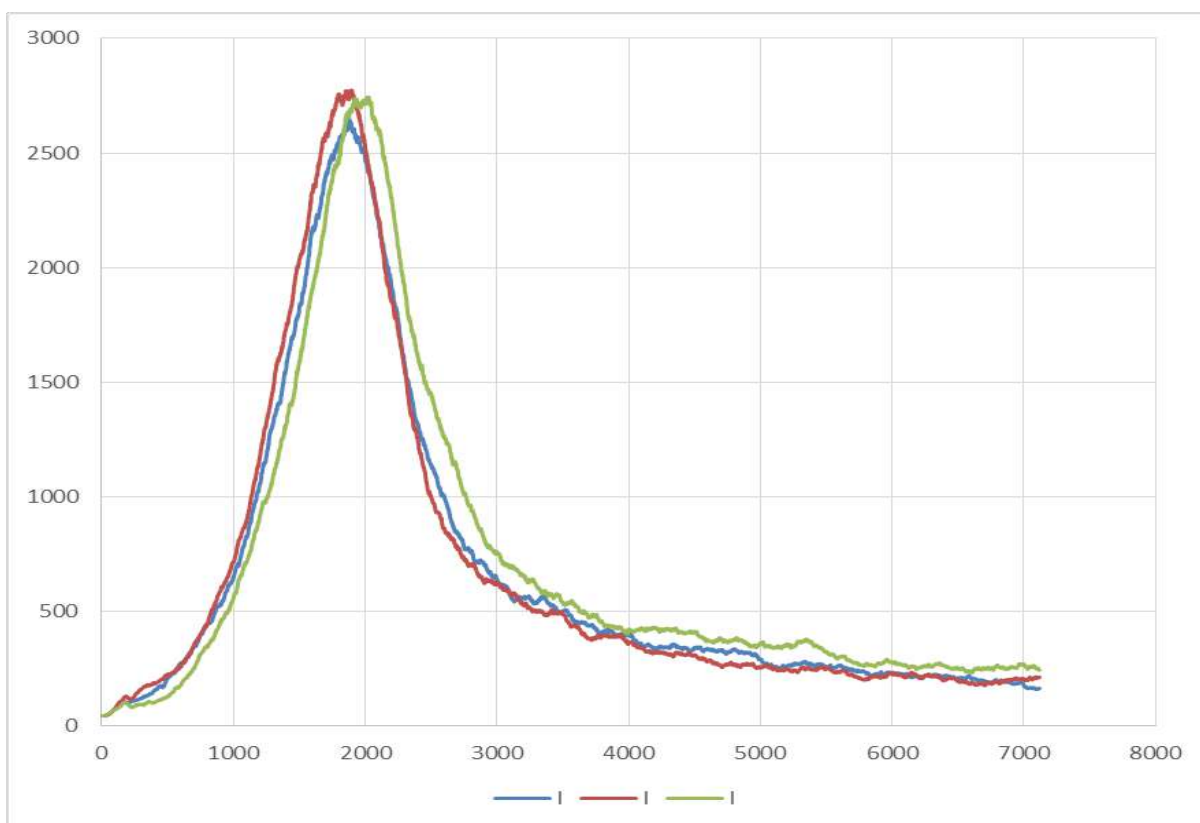


Рис 2. Порівняльна динаміка хворих на туберкульоз в трьох наближеннях.

На рисунку 3 представлено порівняльна динаміка латентних та одужавших агентів в трьох наближеннях симуляції. Як видно з рисунку, кількість латентних людей в усіх експериментах виходить на насичення на межі ~ 75000 людей. Кількість людей які знаходяться в стані «R» в 2-му та 3-му наближенні є дещо меншою, що пов'язано із смертністю, та можливістю переходу людини у стан «I». В загальному, на кінець симуляції в 3-му наближенні сумарна кількість агентів які знаходяться в стані «L» та «R», тобто мають імунітет, складає 93494 – 93.5% населення. Виходячи з отриманих даних без вакцинування та заходів запобігання лікування туберкульозу через 20 років більше 90% населення будуть мати імунітет до туберкульозу, і близько 240 людей із 100.000 населення будуть активно хворіти.

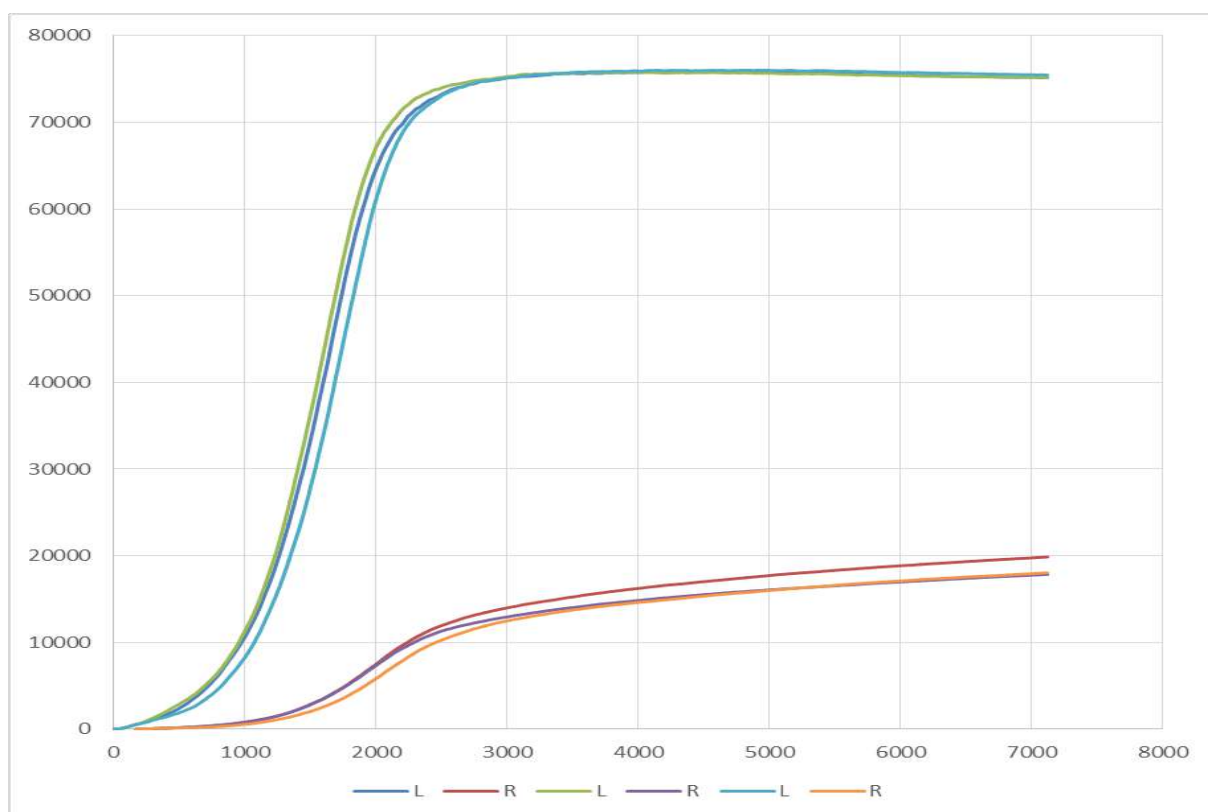


Рис 3. Порівняльна динаміка латентних та одужавших в трьох наближеннях.

Запропонована модель дозволяє отримати не тільки статистичні дані, а і проаналізувати особисту динаміку розповсюдження туберкульозу конкретно визначеним агентом. Зокрема, в таблиці 3 представлена зведена інформація про кількість інфікованих людей та скільки агентів інфікувано. Наприклад, 80858 інфікованих агентів не інфікувало жодного іншого агента. Тобто, це ті люди, які знаходились в латентному стані. 2005 агентів в середньому інфікували двох здорових агентів. Найбільш активний хворий пацієнт зміг інфікувати 83 здорових агенти. В загальному за 20 років було зафіксовано 162107 випадків інфікування. Тобто, людина перейшла і стану «S» у стан «L» або «I».

Таблиця 1. Кількість випадків інфікування (Інфіковані) при контакті з хворими агентами (Агенти) в останній симуляції

Інфікова ні	Агент и	Інфікова ні	Агент и	Інфікова ні	Агент и	Інфікова ні	Агент и
0	80858	14	426	28	81	42	9
1	1771	15	378	29	65	43	8
2	2005	16	331	30	82	44	6
3	1901	17	304	31	59	45	1
4	1770	18	300	32	41	46	1
5	1438	19	280	33	38	47	2
6	1277	20	234	34	37	48	1
7	1059	21	226	35	25	49	1
8	927	22	205	36	24	50	2
9	801	23	164	37	22	52	1
10	721	24	120	38	20	54	1
11	636	25	133	39	14	58	1
12	518	26	99	40	12	68	1
13	471	27	81	41	8	83	1

Окрім цього, запропонована модель дає змогу прослідкувати динаміку стану здоров'я для конкретно взятого агента. Зокрема, як показав аналіз, 83808 агентів інфікувалися лише 1 раз за симуляцію та здійснили зміну станів: S -> L. Тобто, 84% популяції при контакті з хворим туберкульозом

перейшли у латентний стан, в якому вони перебували всі 20 років симуляції.

Найбільш «активні» агенти змінювали свій стан більш ніж 100 разів. Таких агентів є чотири. В середньому, люди змінювали свій стан 2-3 рази за своє життя. Так, людей які змінювали свій стан двічі, налічується 3784. Тричі змінювали свій стан 758 агентів. В подальшому їхня кількість зменшується експоненційно (рис 4.).

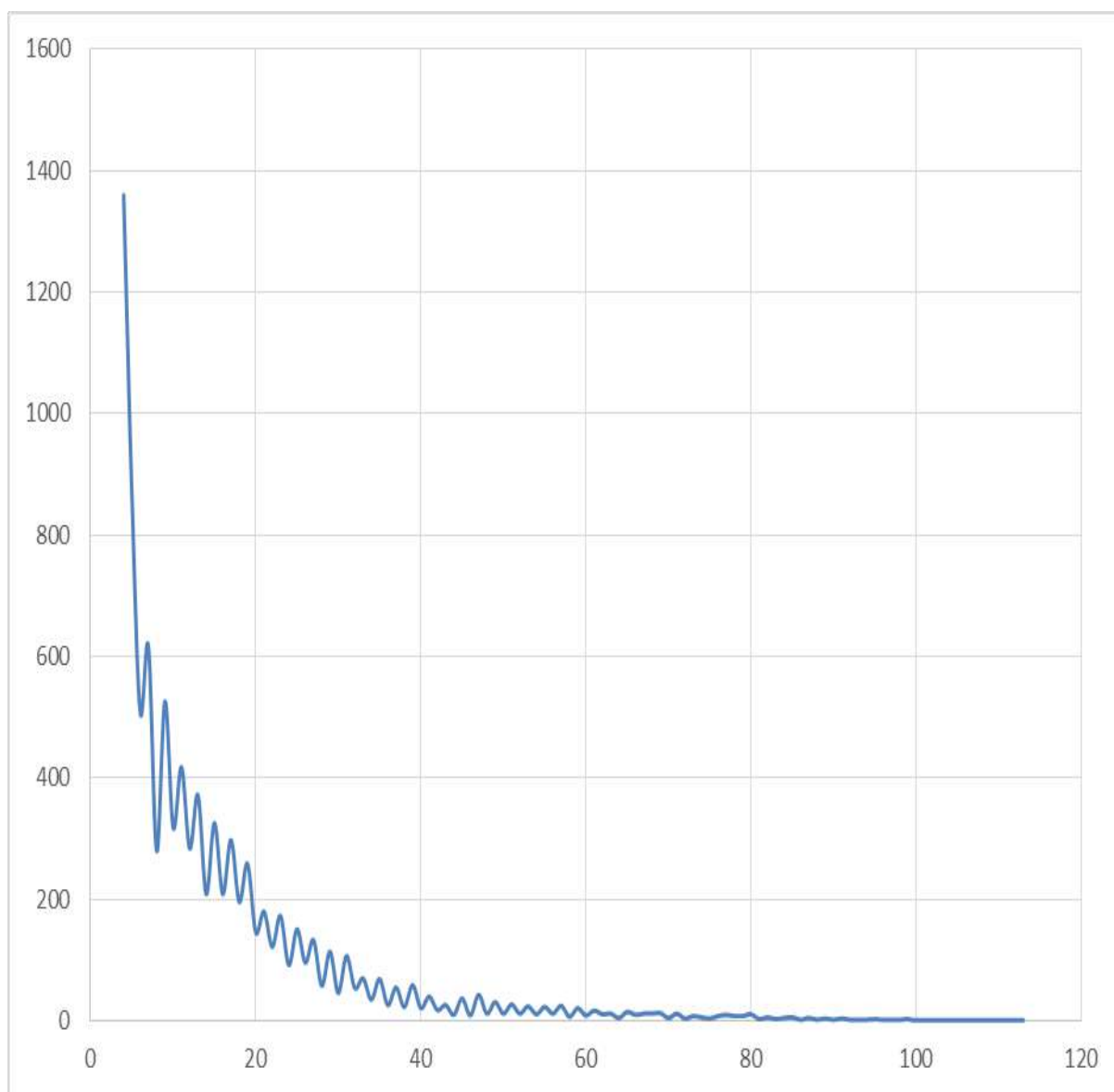


Рис. 4. Динаміка кількості людей залежно від зміни їх стану.

Зокрема, динаміка зміни станів найбільш активного агента є наступною: S->L, L->S “Bacteria Eliminated”... S->L, L->S “Bacteria Eliminated” – так продовжувалось 113 разів. Тобто, до найбільш активних агентів відносяться ті, які втрачають бактерії туберкульозу та інфікуються повторно велику кількість разів. Причому сама людина може не розуміти і не відчувати цих переходів.

Іншим прикладом може служити агент, який змінив свій стан 5 разів а саме: S->L, L->I “Post Primary”, I->R, R->I “Recidive”, I->D. Тобто, він спочатку інфікувався та перейшов у латентний стан. Далі він захворів спонтанно активним туберкульозом, після чого він одужав та повторно захворів на туберкульоз за рахунок рецидиву. Повторний туберкульоз виявився для нього летальним.

Орім статистичної інформації, модель дозволяє детально відслідковувати стан і здоров'я кожної людини: з ким він контактував, де проживав, де працював, яким транспортом та які місця він відвідував, інші аспекти його життя.

Висновки.

Отже, розрахунки показують стабільність результатів та відсутність великих флуктуацій. Отримані статистичні значення інфікованих, латентних та одужавших людей корелюють з відомими медичними даними, а отже, підтверджують адекватність запропонованої моделі.

Запропонована модель дозволяє відслідкувати та аналізувати життя та поведінку кожного агента, що дає змогу детально оцінити та проаналізувати поширення туберкульозу, а також розробити стратегію запобігання поширення цієї інфекції.

Запропонована модель дозволяє розширюватись, та враховувати інші фактори здоров'я та індивідуальні властивості агентів, щоденний розклад агентів, що дає змогу більш реалістично змодельовати та оцінити різні групи населення та особливість протікання туберкульозу в них.

Час симулювання моделі, що із 100.000 агентів складає приблизно 30 хвилин комп'ютерного часу, та дає змогу розпаралелювання процесів при моделюванні декількох міст, регіонів чи країн. Це дає змогу використовувати комп'ютерні кластери, а також методи оптимізації стратегії запобігання туберкульозу на основі нейронних мереж з підкріпленням.

Модель можна розділити на два компоненти: модель середовища, в якому поширюється інфекція, і модель самого поширення інфекції. У центрі уваги дослідження лежить розробка точної та адекватної моделі симулятора, яка фіксує життя, поведінку та взаємодію людей на рівні міста. Перший етап передбачає формалізацію компонентів моделі. Оскільки поширення туберкульозу починається з того, що інфіковані люди вступають у контакт з іншими людьми в місті, розуміння людських взаємодій має вирішальне значення. Об'єднання таких моделей на рівні міста в набір дозволить моделювати поширення епідемії в регіональному, національному та глобальному масштабах. Використовуючи реальні об'єкти урбанізації, такі як графічні карти та геопросторові дані про будівлі та пересування людей, дослідники можуть вивчати геопросторове поширення пандемії разом із статистичними даними.

Населення України станом на 1 січня 2022 року (постійне). Працівники закладів охорони здоров'я системи МОЗ України, 2022 рік*

№ з/п	Адміністративні території	Населення						Працівники закладів охорони здоров'я системи МОЗ (фізичні особи)*	
		Всього			з них осіб віком:				
		Всього	в тому числі		0-14 років включно	15-17 років включно	0-17 років включно		
			сільські жителі	міські жителі					
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	1 502 430	721 848	780 582	228 250	45 826	274 076	21 264	251
3	Волинська	1 018 628	491 175	527 453	196 450	37 914	234 364	14 462	160
4	Дніпропетровська	3 093 176	493 114	2 600 062	467 034	92 766	559 800	42 369	666
5	Донецька	1 883 713	283 997	1 599 716	246 143	46 454	295 592	20 393	200
6	Житомирська	1 179 801	478 681	701 120	190 552	37 947	228 499	17 142	154
7	Закарпатська	1 241 643	783 428	458 215	242 204	46 332	288 536	14 293	288
8	Запорізька	1 637 673	371 806	1 265 867	232 973	47 429	280 402	15 386	417
9	Івано-Франківська	1 349 096	752 803	596 293	224 384	45 253	269 637	20 788	315
10	Київська	1 789 300	691 792	1 097 508	316 611	53 725	370 336	22 719	155
11	Кіровоградська	897 297	327 518	569 779	131 792	26 141	157 933	14 237	279
12	Луганська	666 801	187 794	479 007	81 871	16 924	98 795	6 032	216
13	Львівська	2 459 763	966 363	1 493 400	396 357	79 221	475 578	37 550	592
14	Миколаївська	1 091 106	343 344	747 762	164 901	32 376	197 277	13 674	275
15	Одеська	2 340 332	777 057	1 563 275	393 810	72 428	466 238	28 959	570
16	Полтавська	1 344 445	508 146	836 299	188 739	36 807	225 546	21 034	267
17	Рівненська	1 140 724	604 177	536 547	229 140	43 346	272 486	17 361	179
18	Сумська	1 033 580	314 860	718 720	132 578	26 986	159 564	15 965	180
19	Тернопільська	1 018 462	551 788	466 674	156 857	32 601	189 458	16 062	200
20	Харківська	2 583 325	487 973	2 095 352	349 863	71 327	421 190	32 293	620
21	Херсонська	1 000 166	388 369	611 797	158 536	30 525	189 061	9 867	209

22	Хмельницька	1 225 666	517 997	707 669	190 583	37 074	227 657	17 953	171
23	Черкаська	1 157 115	497 215	659 900	157 088	31 422	188 510	17 464	179
24	Чернівецька	887 392	506 396	380 996	151 873	29 519	181 392	12 764	136
25	Чернігівська	950 773	327 672	623 101	125 440	25 779	151 219	14 911	0
26	м. Київ	2 910 994	0	2 910 994	481 036	87 511	568 547	42 421	165
Україна		40 997 698	12 542 853	28 454 845	6 119 886	1 228 645	7 348 531	507 363	6844

Захворюваність на нові випадки туберкульозу в Україні*

№ п/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тисяч населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	642	692	424	321	557	40,9	44,6	27,6	21,1	37,1
3	Волинська	546	519	390	492	496	52,7	50,3	37,9	48,0	48,7
4	Дніпропетровська	1 971	2 048	1 603	1 774	2 865	61,1	63,9	50,5	56,5	92,6
5	Донецька	1 148	1 071	880	771	224	59,6	56,2	46,7	40,9	11,9
6	Житомирська	743	707	435	479	544	60,3	57,9	36,0	40,0	46,1
7	Закарпатська	751	760	550	614	743	59,8	60,6	44,0	49,2	59,8
8	Запорізька	1 057	929	692	649	414	61,4	54,5	41,0	39,0	25,3
9	Івано-Франківська	647	581	334	340	409	47,1	42,4	24,5	25,0	30,3
10	Київська	1 112	1 083	733	724	675	63,6	61,5	41,3	40,6	37,7
11	Кіровоградська	624	639	424	376	594	65,7	68,0	45,8	41,2	66,2
12	Луганська	406	345	255	265	36	58,6	50,4	37,7	39,7	5,4
13	Львівська	1 304	1 261	878	958	1 062	51,9	50,4	35,2	38,6	43,2
14	Миколаївська	656	619	454	462	403	57,5	54,8	40,6	41,7	36,9
15	Одеська	2 732	2 680	1 742	2 000	1 724	115,2	113,1	73,6	84,9	73,7
16	Полтавська	683	577	416	366	575	48,6	41,4	30,2	26,8	42,8
17	Рівненська	485	480	352	364	428	41,8	41,5	30,6	31,7	37,5
18	Сумська	602	538	351	351	357	55,1	49,9	32,9	33,4	34,5

19	Тернопільська	349	361	190	193	279	33,3	34,6	18,3	18,8	27,4
20	Харківська	1 066	1 069	743	758	465	39,8	40,2	28,1	29,0	18,0
21	Херсонська	683	631	456	399	219	65,3	60,9	44,4	39,3	21,9
22	Хмельницька	592	579	376	326	350	46,6	45,9	30,0	26,3	28,6
23	Черкаська	562	542	384	394	469	46,2	45,1	32,3	33,5	40,5
24	Чернівецька	250	313	165	185	222	27,7	34,7	18,4	20,7	25,0
25	Чернігівська	582	468	355	411	338	57,5	46,9	36,1	42,5	35,6
26	м. Київ	1 121	1 151	716	716	604	38,7	39,6	24,5	24,5	20,7
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		21 314	20 643	14298	14 688	15052	50,5	49,2	34,3	35,5	36,7

Захворювання на туберкульоз (вперше зареєстровані хворі+рецидиви) серед усього населення в Україні*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тисяч населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	826	869	521	404	665	52,7	55,9	33,9	26,5	44,3
3	Волинська	706	664	499	614	616	68,2	64,3	48,5	59,9	60,5
4	Дніпропетровська	2488	2 535	2 005	2 126	3 364	77,1	79,1	63,2	67,7	108,8
5	Донецька	1382	1 274	1 065	972	279	71,7	66,9	56,5	51,6	14,8
6	Житомирська	943	837	537	598	645	76,5	68,6	44,4	50,0	54,7
7	Закарпатська	849	866	645	748	927	67,6	69,1	51,6	60,0	74,7
8	Запорізька	1368	1 222	898	841	549	79,4	71,7	53,2	50,5	33,5
9	Івано-Франківська	777	690	399	408	487	56,5	50,3	29,2	30,0	36,1
10	Київська	1294	1 256	841	871	791	74,0	71,3	47,4	48,9	44,2
11	Кіровоградська	693	707	514	438	687	73,0	75,3	55,5	47,9	76,6
12	Луганська	492	424	323	302	45	71,0	61,9	47,8	45,3	6,7
13	Львівська	1651	1 621	1 098	1 240	1 379	65,7	64,7	44,0	50,0	56,1
14	Миколаївська	791	770	535	593	531	69,3	68,1	47,8	53,5	48,7

15	Одеська	3335	3 282	2 171	2 497	2 208	140,6	138,5	91,8	105,9	94,3
16	Полтавська	837	726	504	476	699	59,5	52,1	36,5	34,9	52,0
17	Рівненська	635	618	419	446	538	54,8	53,4	36,4	38,9	47,2
18	Сумська	761	684	447	448	445	69,7	63,4	41,9	42,6	43,1
19	Тернопільська	447	441	224	251	335	42,6	42,3	21,6	24,4	32,9
20	Харківська	1330	1 296	930	947	593	49,7	48,7	35,2	36,2	23,0
21	Херсонська	872	807	612	546	287	83,4	77,9	59,6	53,8	28,7
22	Хмельницька	778	732	465	401	425	61,2	58,0	37,2	32,3	34,7
23	Черкаська	713	659	484	472	594	58,6	54,8	40,7	40,2	51,3
24	Чернівецька	313	366	205	226	286	34,6	40,6	22,8	25,3	32,2
25	Чернігівська	745	581	432	544	413	73,7	58,3	44,0	56,2	43,4
26	м. Київ	1295	1 310	820	832	722	44,8	45,0	28,0	28,5	24,8
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		26 321	25 237	17593	18 241	18510	62,3	60,1	42,2	44,0	45,1

Захворюваність на туберкульоз легень (нові випадки+рецидиви) серед усього населення України*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тисяч населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	735	766	453	353	563	46,9	49,3	29,4	23,2	37,5
3	Волинська	604	572	430	507	548	58,3	55,4	41,8	49,5	53,8
4	Дніпропетровська	2 163	2 271	1 826	1 972	3 198	67,0	70,9	57,5	62,8	103,4
5	Донецька	1 283	1 154	962	900	261	66,6	60,6	51,1	47,8	13,9
6	Житомирська	864	765	498	557	583	70,1	62,7	41,2	46,6	49,4
7	Закарпатська	809	822	609	709	879	64,4	65,6	48,7	56,8	70,8
8	Запорізька	1 245	1 116	810	774	499	72,3	65,5	48,0	46,5	30,5
9	Івано-Франківська	705	637	373	368	438	51,3	46,5	27,3	27,1	32,5
10	Київська	1 136	1 119	753	792	709	65,0	63,5	42,4	44,4	39,6

11	Кіровоградська	640	628	457	359	619	67,4	66,9	49,3	39,3	69,0
12	Луганська	481	403	314	291	43	69,4	58,9	46,4	43,6	6,4
13	Львівська	1 484	1 476	992	1 092	1 215	59,1	59,0	39,8	44,0	49,4
14	Миколаївська	741	717	505	560	507	65,0	63,4	45,1	50,6	46,5
15	Одеська	2 918	2 689	1 923	2 223	1 919	123,0	113,5	81,3	94,3	82,0
16	Полтавська	796	683	477	449	668	56,6	49,0	34,6	32,9	49,7
17	Рівненська	576	542	379	418	505	49,7	46,9	32,9	36,4	44,3
18	Сумська	706	608	409	396	387	64,6	56,3	38,4	37,7	37,4
19	Тернопільська	415	401	199	219	304	39,6	38,5	19,2	21,3	29,8
20	Харківська	1 218	1 187	829	840	523	45,5	44,6	31,4	32,1	20,2
21	Херсонська	797	737	571	511	261	76,2	71,1	55,6	50,3	26,1
22	Хмельницька	690	657	409	346	373	54,3	52,1	32,7	27,9	30,4
23	Черкаська	607	554	408	399	509	49,9	46,1	34,3	34,0	44,0
24	Чернівецька	291	328	194	210	272	32,2	36,4	21,6	23,5	30,7
25	Чернігівська	684	558	402	504	361	67,6	56,0	40,9	52,1	38,0
26	м. Київ	1 169	1 168	721	746	665	40,4	40,1	24,6	25,5	22,8
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		23 757	22 558	15903	16 495	16809	56,3	53,7	38,1	39,8	41,0

Захворюваність на туберкульоз легень з бактеріовиділенням (нові випадки+рецидиви) серед усього населення України*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тисяч населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	516	498	323	277	405	32,9	32,1	21,0	18,2	27,0
3	Волинська	517	502	377	442	479	49,9	48,6	36,6	43,1	47,0
4	Дніпропетровська	1 431	1 589	1 259	1 280	1 881	44,3	49,6	39,7	40,8	60,8

5	Донецька	734	730	623	619	193	38,1	38,3	33,1	32,9	10,2
6	Житомирська	632	578	369	465	485	51,3	47,3	30,5	38,9	41,1
7	Закарпатська	578	629	482	610	712	46,0	50,2	38,5	48,9	57,3
8	Запорізька	835	805	588	541	336	48,5	47,2	34,9	32,5	20,5
9	Івано-Франківська	463	420	252	298	356	33,7	30,6	18,5	21,9	26,4
10	Київська	738	830	528	629	501	42,2	47,1	29,7	35,3	28,0
11	Кіровоградська	524	510	326	284	369	55,2	54,3	35,2	31,1	41,1
12	Луганська	285	290	233	224	38	41,1	42,4	34,5	33,6	5,7
13	Львівська	975	1 073	749	810	938	38,8	42,9	30,0	32,7	38,1
14	Миколаївська	550	508	376	459	434	48,2	44,9	33,6	41,4	39,8
15	Одеська	1 630	1 592	1 140	1 123	1 235	68,7	67,2	48,2	47,6	52,8
16	Полтавська	499	504	356	362	531	35,5	36,2	25,8	26,5	39,5
17	Рівненська	435	408	298	356	454	37,5	35,3	25,9	31,0	39,8
18	Сумська	538	478	299	297	282	49,3	44,3	28,0	28,3	27,3
19	Тернопільська	274	228	153	159	190	26,1	21,9	14,8	15,5	18,7
20	Харківська	826	766	526	558	375	30,8	28,8	19,9	21,3	14,5
21	Херсонська	596	579	431	385	203	57,0	55,9	42,0	37,9	20,3
22	Хмельницька	461	429	271	259	272	36,3	34,0	21,7	20,9	22,2
23	Черкаська	412	376	298	316	373	33,9	31,3	25,1	26,9	32,2
24	Чернівецька	237	269	167	183	247	26,2	29,8	18,6	20,5	27,8
25	Чернігівська	459	378	295	344	262	45,4	37,9	30,0	35,5	27,6
26	м. Київ	771	822	484	524	497	26,6	28,3	16,5	17,9	17,1
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		15 916	15 791	11203	11 804	12048	37,7	37,6	26,8	28,5	29,4

Захворюваність на позалегеневий туберкульоз (нові випадки+рецидиви) серед усього населення України*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тисяч населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	91	100	63	50	101	5,8	6,4	4,1	3,3	6,7
3	Волинська	102	91	68	106	66	9,8	8,8	6,6	10,3	6,5
4	Дніпропетровська	292	239	172	144	156	9,0	7,5	5,4	4,6	5,0
5	Донецька	48	67	78	43	12	2,5	3,5	4,1	2,3	0,6
6	Житомирська	79	72	39	41	62	6,4	5,9	3,2	3,4	5,3
7	Закарпатська	39	44	35	38	47	3,1	3,5	2,8	3,0	3,8
8	Запорізька	116	96	85	63	49	6,7	5,6	5,0	3,8	3,0
9	Івано-Франківська	69	52	25	37	49	5,0	3,8	1,8	2,7	3,6
10	Київська	142	127	83	72	81	8,1	7,2	4,7	4,0	4,5
11	Кіровоградська	43	56	35	48	51	4,5	6,0	3,8	5,3	5,7
12	Луганська	11	20	9	11	2	1,6	2,9	1,3	1,6	0,3
13	Львівська	104	90	83	113	124	4,1	3,6	3,3	4,6	5,0
14	Миколаївська	43	42	17	28	20	3,8	3,7	1,5	2,5	1,8
15	Одеська	417	593	248	274	289	17,6	25,0	10,5	11,6	12,3
16	Полтавська	38	39	23	26	29	2,7	2,8	1,7	1,9	2,2
17	Рівненська	57	75	40	28	33	4,9	6,5	3,5	2,4	2,9
18	Сумська	55	76	38	52	58	5,0	7,0	3,6	4,9	5,6
19	Тернопільська	32	40	25	32	31	3,1	3,8	2,4	3,1	3,0
20	Харківська	80	86	83	73	50	3,0	3,2	3,1	2,8	1,9
21	Херсонська	74	53	41	35	26	7,1	5,1	4,0	3,4	2,6
22	Хмельницька	80	64	50	47	46	6,3	5,1	4,0	3,8	3,8
23	Черкаська	102	98	71	69	81	8,4	8,1	6,0	5,9	7,0
24	Чернівецька	21	31	9	12	9	2,3	3,4	1,0	1,3	1,0
25	Чернігівська	61	23	30	40	52	6,0	2,3	3,1	4,1	5,5

26	м. Київ	113	129	87	80	57	3,9	4,4	3,0	2,7	2,0
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		2 309	2 403	1537	1 562	1 581	5,5	5,7	3,7	3,8	3,9

Захворюваність на міліарний туберкульоз (нові випадки+рецидиви) серед усього населення України*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тисяч населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	0	3	5	1	1	0,0	0,2	0,3	0,1	0,1
3	Волинська	0	1	1	1	2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2
4	Дніпропетровська	33	25	7	10	10	1,0	0,8	0,2	0,3	0,3
5	Донецька	51	53	25	29	6	2,6	2,8	1,3	1,5	0,3
6	Житомирська	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Закарпатська	1	0	1	1	1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
8	Запорізька	7	10	3	4	1	0,4	0,6	0,2	0,2	0,1
9	Івано-Франківська	3	1	1	3	0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,0
10	Київська	16	10	5	7	1	0,9	0,6	0,3	0,4	0,1
11	Кіровоградська	10	23	22	31	17	1,1	2,4	2,4	3,4	1,9
12	Луганська	0	1	0	0	0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
13	Львівська	63	55	23	35	40	2,5	2,2	0,9	1,4	1,6
14	Миколаївська	7	11	13	5	4	0,6	1,0	1,2	0,5	0,4
15	Одеська	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	Полтавська	3	4	4	1	2	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1
17	Рівненська	2	1	0	0	0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
18	Сумська	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	Тернопільська	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

20	Харківська	32	23	18	34	20	1,2	0,9	0,7	1,3	0,8
21	Херсонська	1	17	0	0	0	0,1	1,6	0,0	0,0	0,0
22	Хмельницька	8	11	6	8	6	0,6	0,9	0,5	0,6	0,5
23	Черкаська	4	7	5	4	4	0,3	0,6	0,4	0,3	0,3
24	Чернівецька	1	7	2	4	5	0,1	0,8	0,2	0,4	0,6
25	Чернігівська	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26	м. Київ	13	13	12	6	0	0,4	0,4	0,4	0,2	0,0
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		255	276	153	184	120	0,6	0,7	0,4	0,4	0,3

Захворюваність на туберкульоз (нові випадки+рецидиви) за віком і статтю в Україні*

№ з/п	Вік	Чоловіки					Жінки				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	До 1 року	19	21	9	16	17	15	16	5	7	15
2	1-4 роки	81	84	40	43	47	96	77	31	47	36
3	5-9 років	98	102	69	101	103	83	111	98	100	80
4	10-14 років	87	84	66	74	75	104	88	59	75	77
5	15-17 років	102	104	88	81	63	103	116	75	66	64
6	18-24 роки	636	642	408	362	348	535	450	297	240	217
7	25-34 роки	3349	3107	2121	1843	1834	1857	1618	1135	968	753
8	35-44 роки	5717	5399	3863	4021	4291	2061	2076	1414	1450	1119
9	45-54 роки	4292	4287	2933	3284	3707	1259	1276	940	964	952
10	55-64 роки	2735	2636	1935	2162	2176	827	811	534	640	644
11	65 років і старші	1 251	1242	829	983	1105	1014	890	644	714	787
Всього		18367	17708	12361	12970	13766	7954	7529	5232	5271	4744

Захворюваність на туберкульоз (нові випадки+рецидиви) серед дітей віком 0-14 років включно*

[illegible]

Україна	583	583	377	463	450	8,9	9	5,9	7,4	7,4
---------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----

Захворюваність на туберкульоз серед дітей віком 15-17 років включно (нові випадки+рецидиви)*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тис. відповідного населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	6	4	5	3	6	13,8	9,3	11,3	6,7	13,1
3	Волинська	8	1	6	8	4	23,5	3,0	17,3	22,1	10,6
4	Дніпропетровська	22	18	14	14	15	28,5	22,3	16,3	15,8	16,2
5	Донецька	12	14	5	6	3	27,5	31,7	10,8	12,9	6,5
6	Житомирська	6	5	4	7	2	17,1	14,4	11,1	19,0	5,3
7	Закарпатська	9	10	8	9	6	21,9	24,4	18,7	20,2	13,0
8	Запорізька	13	14	18	8	1	31,4	32,8	40,4	17,5	2,1
9	Івано-Франківська	10	9	3	3	3	24,1	21,9	7,1	6,9	6,6
10	Київська	9	15	6	9	6	21,6	34,7	12,9	17,9	11,2
11	Кіровоградська	5	7	3	2	9	20,3	28,5	11,9	7,8	34,4
12	Луганська	2	6	3	1	0	12,2	36,7	18,1	5,9	0,0
13	Львівська	5	14	6	3	3	7,0	19,4	8,0	3,9	3,8
14	Миколаївська	12	3	5	2	3	40,9	10,0	16,2	6,3	9,3
15	Одеська	31	38	26	21	22	50,6	59,6	38,9	30,2	30,4
16	Полтавська	3	5	5	3	6	8,8	14,8	14,5	8,5	16,3
17	Рівненська	2	2	3	4	3	5,1	5,1	7,4	9,6	6,9
18	Сумська	4	5	3	4	2	15,5	19,8	11,7	15,4	7,4
19	Тернопільська	1	4	0	5	2	3,3	13,4	0,0	15,9	6,1
20	Харківська	15	13	7	10	2	24,4	20,3	10,4	14,6	2,8
21	Херсонська	9	8	12	5	3	32,0	28,0	41,1	16,9	9,8
22	Хмельницька	4	5	1	5	3	11,4	14,4	2,8	13,9	8,1
23	Черкаська	5	5	7	4	5	16,6	16,8	23,2	13,1	15,9

24	Чернівецька	3	3	1	1	2	10,9	11,2	3,6	3,5	6,8
25	Чернігівська	4	5	2	2	8	16,3	20,7	8,1	8,0	31,0
26	м. Київ	5	7	10	8	8	7,6	9,4	12,2	9,6	9,1
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		205	220	163	147	127	19,0	20,0	14,2	12,5	10,3

Захворюваність на туберкульоз серед дітей віком 0-17 років включно (нові випадки+рецидиви)*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тис. відповідного населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	27	35	22	19	19	9,3	12,3	7,8	6,8	6,9
3	Волинська	24	14	21	32	20	10,0	5,9	8,8	13,5	8,5
4	Дніпропетровська	123	101	64	71	74	21,2	17,4	11,1	12,5	13,2
5	Донецька	26	34	16	11	6	8,5	11,3	5,4	3,7	2,0
6	Житомирська	37	32	9	14	17	15,4	13,4	3,8	6	7,4
7	Закарпатська	28	28	16	35	27	9,6	9,6	5,5	12,1	9,4
8	Запорізька	72	72	70	72	30	24,4	24,6	24,1	25,2	10,7
9	Івано-Франківська	25	26	9	27	14	9,0	9,4	3,3	9,9	5,2
10	Київська	35	47	26	30	27	10,4	13,6	7,4	8,3	7,3
11	Кіровоградська	15	24	19	35	100	8,9	14,4	11,6	21,6	63,3
12	Луганська	13	10	8	6	1	12,3	9,6	7,9	6,1	1,0
13	Львівська	28	42	17	9	16	5,8	8,7	3,5	1,9	3,4
14	Миколаївська	25	10	16	13	8	12,0	4,8	7,8	6,5	4,1
15	Одеська	93	103	62	51	66	20,0	22,0	13,2	10,9	14,2
16	Полтавська	14	12	10	9	19	6,0	5,2	4,3	3,9	8,4
17	Рівненська	11	16	11	18	15	4,0	5,8	4,0	6,5	5,5

18	Сумська	17	19	6	16	5	9,9	11,3	3,6	9,8	3,1
19	Тернопільська	5	6	4	5	4	2,5	3,1	2,1	2,6	2,1
20	Харківська	50	49	57	60	14	11,6	11,3	13,2	14,1	3,3
21	Херсонська	22	32	19	13	8	11,1	16,3	9,8	6,8	4,2
22	Хмельницька	13	15	5	11	12	5,5	6,4	2,1	4,8	5,3
23	Черкаська	32	22	24	29	19	15,9	11,1	12,3	15,1	10,1
24	Чернівецька	11	5	2	4	10	6,0	2,7	1,1	2,2	5,5
25	Чернігівська	18	18	8	10	25	11,0	11,2	5,1	6,5	16,5
26	м. Київ	24	31	19	10	21	4,4	5,6	3,3	1,8	3,7
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		788	803	540	610	577	10,4	10,6	7,2	8,2	7,9

Захворюваність на туберкульоз серед міських жителів України (нові випадки+рецидиви)*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тис. відповідного населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	343	390	235	191	294	43,0	49,2	29,7	24,3	37,7
3	Волинська	312	307	229	273	298	58,1	57,4	43,0	51,4	56,5
4	Дніпропетровська	2 063	2 131	1 698	1 818	2 950	76,4	79,4	63,8	69	113,5
5	Донецька	1 230	1 111	945	857	239	75,2	68,7	59,1	53,6	14,9
6	Житомирська	468	431	289	313	348	64,6	59,9	40,5	44,1	49,6
7	Закарпатська	331	313	236	308	370	71,9	67,9	51,2	66,9	80,7
8	Запорізька	975	881	665	599	439	73,4	67,0	51,1	46,5	34,7
9	Івано-Франківська	295	271	153	165	215	49,2	45,1	25,5	27,5	36,1
10	Київська	682	663	442	497	440	63,3	61,0	40,4	45,3	40,1
11	Кіровоградська	391	379	304	239	404	65,5	64,0	51,9	41,3	70,9
12	Луганська	358	310	229	219	35	72,2	63,2	47,2	45,7	7,3
13	Львівська	915	900	626	717	811	60,2	59,4	41,4	47,7	54,3

14	Миколаївська	527	491	330	382	324	67,8	63,7	43,1	50,4	43,3
15	Одеська	2 252	2 163	1 459	1 803	1 387	142,8	137,1	92,4	114,6	88,7
16	Полтавська	473	406	288	251	384	54,5	47,1	33,7	29,6	45,9
17	Рівненська	239	269	184	207	272	43,8	49,4	33,9	38,3	50,7
18	Сумська	490	413	268	289	280	65,4	55,6	36,4	39,7	39,0
19	Тернопільська	175	178	85	108	137	37,4	38,0	18,1	23,1	29,4
20	Харківська	999	1 023	743	749	471	46,3	47,6	34,7	35,3	22,5
21	Херсонська	511	487	373	309	185	80,1	76,9	59,4	49,7	30,2
22	Хмельницька	367	353	216	205	220	51,2	49,3	30,2	28,8	31,1
23	Черкаська	372	342	235	252	308	54,4	50,4	34,9	37,7	46,7
24	Чернівецька	137	154	88	104	100	35,5	39,9	22,8	27,1	26,2
25	Чернігівська	399	318	235	249	235	61,2	49,3	36,8	39,4	37,7
26	м. Київ	1 295	1 310	820	832	722	44,8	45,0	28,0	28,5	24,8
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		16 599	15 994	11375	11936	11868	57,0	55,1	39,4	41,6	41,7

Захворюваність на туберкульоз серед сільських жителів України (нові випадки+рецидиви)*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тис. відповідного населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	483	479	286	213	371	62,6	63,0	38,2	29,0	51,4
3	Волинська	394	357	270	341	318	78,9	71,7	54,5	69,1	64,7
4	Дніпропетровська	425	404	307	308	414	80,7	77,9	60,1	61,3	84,0
5	Донецька	152	163	120	115	40	51,9	56,5	42,3	40,5	14,1
6	Житомирська	475	406	248	285	297	93,6	80,9	50,1	58,5	62,0
7	Закарпатська	518	553	409	440	557	65,2	69,7	51,8	55,9	71,1
8	Запорізька	393	341	233	242	110	99,5	87,5	60,6	63,9	29,6
9	Івано-Франківська	482	419	246	243	272	62,2	54,4	32,2	32	36,1
10	Київська	612	593	399	374	351	91,3	87,7	58,6	54,6	50,7
11	Кіровоградська	302	328	210	199	283	85,6	94,5	61,6	59,4	86,4
12	Луганська	134	114	94	83	10	68,1	58,8	49,3	44,2	5,3

13	Львівська	736	721	472	523	568	74,2	72,9	48,0	53,6	58,8
14	Миколаївська	264	279	205	211	207	72,6	77,7	57,9	60,4	60,3
15	Одеська	1 083	1 119	712	694	821	136,2	141,3	90,4	88,6	105,7
16	Полтавська	364	320	216	225	315	67,6	60,2	41,2	43,6	62,0
17	Рівненська	396	349	235	239	266	64,5	57,0	38,6	39,4	44,0
18	Сумська	271	271	179	159	165	79,2	80,7	54,4	49,3	52,4
19	Тернопільська	272	263	139	143	198	46,8	45,8	24,5	25,6	35,9
20	Харківська	331	273	187	198	122	63,8	53,4	37,1	39,8	25,0
21	Херсонська	361	320	239	237	102	88,6	79,4	60,0	60,2	26,3
22	Хмельницька	411	379	249	196	205	74,2	69,5	46,4	37,1	39,6
23	Черкаська	341	317	249	220	286	64,1	60,5	48,3	43,4	57,5
24	Чернівецька	176	212	117	122	186	34,0	41,1	22,8	23,9	36,7
25	Чернігівська	346	263	197	295	178	96,3	74,8	57,3	87,8	54,3
26	м. Київ	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		9 722	9 243	6218	6305	6642	74,3	71,3	48,5	49,7	53,0

Випадки захворювань на туберкульоз серед контактних осіб у вогнищах туберкульозу з бактеріовиділенням*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 1000 контактних осіб				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	20	25	15	12	25	10,6	14,6	6,5	7,8	22,4
3	Волинська	8	14	19	28	30	9,3	13,4	15,9	34,3	39,9
4	Дніпропетровська	11	13	47	31	62	2,9	3,2	10,8	11,1	23,5
5	Донецька	13	13	3	0	14	7,9	9,2	2,2	0,0	10,5
6	Житомирська	10	17	9	5	4	6,8	12,8	8,5	8,5	7,4
7	Закарпатська	15	11	10	30	21	7,7	5,9	5,3	18,0	11,7
8	Запорізька	50	66	53	55	35	25,2	27,5	30,0	36,5	30,3
9	Івано-Франківська	2	7	5	3	11	1,8	6,8	5,0	4,4	34,1

10	Київська	25	22	15	7	7	18,5	17,6	10,6	6,8	7,2
11	Кіровоградська	16	15	13	37	65	12,7	13,9	10,7	34,1	74,6
12	Луганська	6	7	5	1	0	9,4	12,6	8,1	3,2	0,0
13	Львівська	25	22	10	3	2	12,4	10,6	4,2	1,9	1,1
14	Миколаївська	22	12	15	19	7	10,8	5,1	6,9	13,3	6,3
15	Одеська	57	44	118	79	61	16,1	12,9	20,2	24,9	23,6
16	Полтавська	61	49	21	26	67	35,2	30,2	12,1	22,0	61,1
17	Рівненська	2	3	1	6	1	1,7	2,3	0,9	5,6	1,0
18	Сумська	4	13	0	3	8	3,4	14,1	0,0	7,6	55,6
19	Тернопільська	11	2	2	2	0	14,8	4,1	4,5	8,4	0,0
20	Харківська	35	29	17	14	7	11,8	9,0	6,6	8,1	4,5
21	Херсонська	7	11	2	9	0	5,5	10,6	1,8	11,3	0,0
22	Хмельницька	7	2	0	2	10	4,8	1,3	0,0	2,4	5,6
23	Черкаська	28	13	22	30	29	28,1	13,3	22,4	30,8	32,1
24	Чернівецька	4	6	1	7	0	6,2	11,7	2,1	19,4	0,0
25	Чернігівська	5	3	9	16	17	5,0	2,7	8,2	29,9	29,9
26	м. Київ	1	7	5	4	3	0,9	6,9	4,7	11,5	7,1
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		445	426	417	429	486	11,2	10,9	9,9	15,5	18,8

Захворюваність на туберкульоз (нові випадки+рецидиви) працівників закладів охорони здоров'я України (включно з протитуберкульозними диспансерами)*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 10 тис. працівників ЗОЗ				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	10	13	7	5	4	3,9	5,3	3,0	2,2	1,9
3	Волинська	9	9	8	6	8	5,4	5,5	5,2	4,0	5,5
4	Дніпропетровська	47	29	20	22	18	8,9	5,8	4,4	5,1	4,2
5	Донецька	22	25	23	15	2	7,7	9,2	9,0	6,1	1

6	Житомирська	13	9	8	3	10	6,3	4,6	4,3	1,7	5,8
7	Закарпатська	6	2	7	3	6	3,4	1,2	4,5	2,0	4,2
8	Запорізька	30	18	9	16	10	9,9	6,2	3,5	6,4	6,5
9	Івано-Франківська	16	12	9	6	5	6,4	5,0	4,1	2,8	2,4
10	Київська	15	13	5	12	1	5,4	4,9	2,1	5,1	0,4
11	Кіровоградська	4	10	6	5	11	2,3	5,9	3,9	3,4	7,7
12	Луганська	4	4	2	4	0	3,7	3,8	2,1	4,3	0
13	Львівська	15	20	17	5	16	3,3	4,6	4,2	1,3	4,3
14	Миколаївська	17	16	9	11	5	10,3	10,2	6,2	7,7	3,7
15	Одеська	25	30	15	10	23	7,1	8,8	4,7	3,3	7,9
16	Полтавська	14	14	16	10	10	5,6	6,0	7,1	4,6	4,8
17	Рівненська	7	7	8	3	5	3,4	3,4	4,3	1,7	2,9
18	Сумська	11	5	10	2	4	5,4	2,6	5,9	1,2	2,5
19	Тернопільська	9	8	3	3	0	4,9	4,5	1,8	1,8	0
20	Харківська	30	21	9	15	5	7,2	5,2	2,5	4,3	1,5
21	Херсонська	14	12	10	1	4	8,5	7,7	7,1	0,8	4,1
22	Хмельницька	7	8	6	4	3	3,3	3,9	3,2	2,2	1,7
23	Черкаська	10	9	8	3	3	4,6	4,3	4,3	1,6	1,7
24	Чернівецька	8	5	4	2	3	5,4	3,5	2,9	1,5	2,4
25	Чернігівська	12	6	7	5	9	6,0	3,1	4,2	3,1	6
26	м. Київ	27	23	11	9	10	5,5	4,8	2,4	2,0	2,4
27	м. Севастополь		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		382	328	237	180	175	6,0	5,3	4,2	3,3	3,4

Захворюваність на туберкульоз (нові випадки+рецидиви) працівників протитуберкульозних закладів*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 10 тис. працівників ПТЗ				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	2	1	1	0	0	50,5	30,6	37,0	0,0	0,0
3	Волинська	2	2	1	1	0	57,1	47,3	51,3	53,2	0,0

4	Дніпропетровська	3	3	2	0	0	36,4	39,6	38,8	0,0	0,0
5	Донецька	5	1	2	0	0	74,1	16,1	51,7	0,0	0,0
6	Житомирська	0	1	0	1	0	0,0	34,2	0,0	55,6	0,0
7	Закарпатська	3	2	3	0	1	67,7	46,8	91,2	0,0	34,7
8	Запорізька	4	2	1	0	0	95,9	49,6	17,1	0,0	0,0
9	Івано-Франківська	0	2	1	1	0	0,0	48,5	33,2	30,8	0,0
10	Київська	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	Кіровоградська	0	0	1	2	0	0,0	0,0	29,9	62,3	0,0
12	Луганська	0	0	1	1	0	0,0	0,0	55,6	45,2	0,0
13	Львівська	1	1	1	1	2	14,4	16,1	17,6	16,8	33,8
14	Миколаївська	5	2	0	2	0	121,7	53,6	0,0	68,3	0,0
15	Одеська	2	1	0	0	1	28,3	14,9	0,0	0,0	17,5
16	Полтавська	4	2	1	0	1	127,0	63,9	21,3	0,0	37,5
17	Рівненська	4	2	0	0	1	93,7	49,5	0,0	0,0	55,9
18	Сумська	1	0	1	0	0	36,9	0,0	44,8	0,0	0,0
19	Тернопільська	1	0	1	0	0	21,9	0,0	39,7	0,0	0,0
20	Харківська	3	1	1	3	0	33,2	11,4	12,2	44,1	0,0
21	Херсонська	1	2	3	0	0	31,6	65,6	108,3	0,0	0,0
22	Хмельницька	0	1	0	0	0	0,0	36,8	0,0	0,0	0,0
23	Черкаська	2	0	0	0	2	46,8	0,0	0,0	0,0	111,7
24	Чернівецька	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25	Чернігівська	2	4	0	0	0	23,3	50,9	0,0	0,0	0,0
26	м. Київ	1	2	0	0	0	39,1	80,3	0,0	0,0	0,0
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		46	32	21	12	8	40,6	29,7	25,2	14,3	11,7

Смертність від туберкульозу (за даними Держстату України)

№	Адміністративні	Абсолютна кількість	На 100 тисяч населення
---	-----------------	---------------------	------------------------

з/п	території	2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	117	83	78	90		7,5	5,4	5,1	6,0	
3	Волинська	124	118	78	93		12,0	11,4	7,6	9,1	
4	Дніпропетровська	426	396	319	340		13,2	12,4	10,1	10,9	
5	Донецька	243	208	195	173			10,9	10,4	9,2	
6	Житомирська	133	107	81	98		10,8	8,8	6,7	8,2	
7	Закарпатська	126	137	138	136		10,0	10,9	11	10,9	
8	Запорізька	197	225	168	161		11,4	13,3	10	9,7	
9	Івано-Франківська	104	82	55	44		7,6	6,0	4	3,3	
10	Київська	174	144	132	129		10,0	8,1	7,4	7,2	
11	Кіровоградська	112	93	83	100		11,8	10,0	9	11,0	
12	Луганська	96	94	117	78			13,7	17,3	11,7	
13	Львівська	253	225	175	195		10,1	9,0	7	7,9	
14	Миколаївська	85	76	90	85		7,5	6,8	8,1	7,7	
15	Одеська	286	303	249	249		12,1	12,8	10,5	10,6	
16	Полтавська	120	111	91	70		8,5	8,0	6,6	5,2	
17	Рівненська	99	89	75	67		8,5	7,7	6,5	5,9	
18	Сумська	125	118	96	88		11,4	11,0	9,1	8,4	
19	Тернопільська	56	38	35	29		5,3	3,7	3,4	2,8	
20	Харківська	235	204	184	181		8,8	7,7	7	7,0	
21	Херсонська	122	123	120	100		11,7	11,9	11,8	9,9	
22	Хмельницька	77	84	55	50		6,1	6,7	4,4	4,1	
23	Черкаська	102	87	72	95		8,4	7,3	6,1	8,1	
24	Чернівецька	71	52	41	42		7,9	5,8	4,6	4,7	
25	Чернігівська	75	79	81	78		7,4	8,0	8,3	8,1	
26	м. Київ	137	142	119	102		4,7	4,9	4,1	3,5	

27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна*		3695	3418	2927	2873	-	9,4	8,8	7,4	7,5	-

Померлі від туберкульозу особи 0-17 років (за даними Держстату України)

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тисяч відповідного населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	0	0	1	0		0,00	0,00	0,35	0,000	
3	Волинська	0	0	0	0		0,00	0,00	0,00	0,000	
4	Дніпропетровська	1	0	0	1		0,17	0,00	0,00	0,018	
5	Донецька	1	0	0	0		0,33	0,00	0,00	0,000	
6	Житомирська	0	0	0	0		0,00	0,00	0,00	0,000	
7	Закарпатська	0	0	2	0		0,00	0,00	0,69	0,000	
8	Запорізька	1	1	1	0		0,34	0,34	0,34	0,000	
9	Івано-Франківська	0	0	0	0		0,00	0,00	0,00	0,000	
10	Київська	0	0	0	1		0,00	0,00	0,00	0,027	
11	Кіровоградська	0	0	0	0		0,00	0,00	0,00	0,000	
12	Луганська	0	0	0	0		0,00	0,00	0,00	0,000	
13	Львівська	1	1	0	0		0,21	0,21	0,00	0,000	
14	Миколаївська	0	0	0	0		0,00	0,00	0,00	0,000	
15	Одеська	0	1	0	1		0,00	0,21	0,00	0,021	
16	Полтавська	0	0	0	0		0,00	0,00	0,00	0,000	
17	Рівненська	1	0	0	0		0,36	0,00	0,00	0,000	
18	Сумська	0	0	0	0		0,00	0,00	0,00	0,000	
19	Тернопільська	0	0	0	0		0,00	0,00	0,00	0,000	
20	Харківська	1	0	1	0		0,23	0,00	0,23	0,000	

21	Херсонська	0	0	0	0		0,00	0,00	0,00	0,000	
22	Хмельницька	0	0	0	0		0,00	0,00	0,00	0,000	
23	Черкаська	0	0	0	0		0,00	0,00	0,00	0,000	
24	Чернівецька	1	0	0	0		0,54	0,00	0,00	0,000	
25	Чернігівська	0	0	0	0		0,00	0,00	0,00	0,000	
26	м. Київ	0	1	0	0		0,00	0,18	0,00	0,000	
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна*		7	4	5	3	-	0,09	0,05	0,07	0,005	-

Розподіл хворих, які померли від туберкульозу, за віком і статтю (за даними Держстату України)

№ з/п	Вік	Абсолютна кількість									
		чоловіки					жінки				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	До 1 року	1	1	0	1		0	0	0	0	
2	1-4 роки	3	2	1	0		2	2	1	0	
3	5-9 років	0	0	0	1		0	1	2	0	
4	10-14 років	0	0	1	0		0	0	0	1	
5	15-17 років	0	1	0	0		1	1	0	0	
6	18-24 роки	19	10	6	9		9	7	5	5	
7	25-34 роки	358	306	244	220		92	88	75	63	
8	35-44 роки	861	769	703	637		196	171	115	134	
9	45-54 роки	902	892	710	715		150	147	120	121	
10	55-64 роки	650	608	544	573		93	85	84	79	
11	65 років і старші	244	223	223	237		114	104	90	77	

12	невідомий	0	0	3	0		0	0	0	0	
Всього		3038	2812	2435	2393		657	606	492	480	

Реєстрація випадків туберкульозу за результатами бактеріоскопічного і/або бактеріологічного дослідження мокротиння на МБТ, 2022 рік.

№ з/п	Адміністративні території	Загальна кількість випадків ТБ	Загальна кількість випадків ТБ легень	Туберкульоз легень (шифр за МКХ-10 A15.0 - 3, A16.0 - 2, A19 - част.)						Позалегеневий туберкульоз (шифр за МКХ-10A15.0 - 3, A16.0 - 2, A19 - част.)		
				Позитивний мазок/посів			Негативний мазок					
				нові випадки	рецидиви	інші	нові випадки	рецидиви	інші	нові випадки	рецидиви	інші
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	687	586	321	91	16	139	13	6	97	4	0
3	Волинська	625	561	370	110	17	56	5	3	60	4	0
4	Дніпропетровська	3481	3335	1515	390	136	1199	80	15	124	18	4
5	Донецька	293	281	145	49	10	68	5	4	11	1	0
6	Житомирська	620	560	380	76	25	73	4	2	58	2	0
7	Закарпатська	1003	955	555	148	79	141	25	7	39	8	1
8	Запорізька	513	464	246	97	6	91	23	1	39	10	0
9	Івано-Франківська	496	447	281	63	21	71	11	0	48	1	0
10	Київська	787	709	400	84	27	176	17	5	69	6	3
11	Кіровоградська	683	632	289	76	46	209	8	4	44	7	0
12	Луганська	46	44	30	8	0	5	0	1	1	1	0
13	Львівська	1413	1287	698	245	52	240	52	0	111	12	3
14	Миколаївська	554	534	320	116	19	70	9	0	15	4	1
15	Одеська	2282	1985	906	315	84	539	108	33	232	56	9
16	Полтавська	742	714	424	104	43	123	15	5	25	3	0

17	Рівненська	533	500	360	95	7	32	6	0	26	7	0
18	Сумська	452	394	204	67	18	89	15	1	53	5	0
19	Тернопільська	343	312	190	43	8	61	10	0	28	3	0
20	Харківська	610	560	288	84	41	121	24	2	40	8	2
21	Херсонська	294	272	155	45	16	41	12	3	19	3	0
22	Хмельницька	450	404	232	52	21	76	18	5	40	6	0
23	Черкаська	639	555	305	86	41	98	24	1	67	15	2
24	Чернівецька	313	304	188	63	27	26	0	0	8	1	0
25	Чернігівська	441	390	200	51	21	88	19	11	45	4	2
26	м. Київ	760	702	416	88	35	139	24	0	50	6	2
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	ДУ "Центр охорони здоров'я ДКВС України"	409	392	192	101	41	48	9	1	14	1	2
29	МО України	97	94	58	5	1	27	3	0	3	0	0
Україна		19566	17973	9668	2752	858	4046	539	110	1366	196	31

Поширеність всіх форм активного туберкульозу серед усього населення України*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тисяч населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	896	992	813	709	863	57,1	63,9	52,8	46,6	57,4
3	Волинська	693	636	440	461	405	66,9	61,6	42,8	45,0	39,8
4	Дніпропетровська	3 566	3 510	2 323	2 327	2 450	110,5	109,6	73,2	74,1	79,2
5	Донецька	1 446	1 327	1 019	726	133	75,0	69,6	54,1	38,5	7,1
6	Житомирська	1 193	1 062	613	561	491	96,8	87,0	50,7	46,9	41,6
7	Закарпатська	1 127	1 177	922	916	880	89,8	93,9	73,7	73,4	70,9
8	Запорізька	1 824	1 593	1 161	840	595	105,9	93,4	68,8	50,4	36,3

9	Івано-Франківська	774	687	441	332	378	56,3	50,1	32,3	24,4	28,0
10	Київська	1 628	1 486	990	938	857	93,1	84,3	55,8	52,6	47,9
11	Кіровоградська	927	895	816	657	607	97,6	95,3	88,1	71,9	67,6
12	Луганська	608	527	442	343	13	87,7	77,0	65,4	51,4	1,9
13	Львівська	1 331	1 240	781	783	846	53,0	49,5	31,3	31,6	34,4
14	Миколаївська	1 436	1 287	1 038	1 058	952	125,9	113,9	92,7	95,5	87,3
15	Одеська	3 820	3 561	2 775	3 222	2 927	161,0	150,3	117,3	136,7	125,1
16	Полтавська	1 045	991	798	694	700	74,3	71,2	57,9	50,9	52,1
17	Рівненська	745	737	585	510	530	64,2	63,7	50,8	44,4	46,5
18	Сумська	693	601	237	263	271	63,5	55,7	22,2	25,0	26,2
19	Тернопільська	486	429	247	237	280	46,3	41,1	23,9	23,1	27,5
20	Харківська	1 577	1 488	1 192	1 041	965	58,9	55,9	45,1	39,8	37,4
21	Херсонська	1 012	887	740	606	476	96,8	85,6	72,1	59,7	47,6
22	Хмельницька	754	714	515	435	441	59,3	56,6	41,1	35,1	36,0
23	Черкаська	870	800	541	453	419	71,5	66,5	45,5	38,6	36,2
24	Чернівецька	479	483	357	349	406	53,0	53,6	39,7	39,1	45,8
25	Чернігівська	916	761	599	595	469	90,6	76,3	61,0	61,5	49,3
26	м. Київ	1 375	1 280	874	672	644	47,5	44,0	29,9	23,0	22,1
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		31 221	29 151	21 259	19 728	17998	74,0	69,4	50,9	47,6	43,9

Поширеність всіх форм активного туберкульозу серед дітей віком 0-14 років включно*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тис. відповідного населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	15	23	16	21	14	6,1	9,5	6,7	9,0	6,1
3	Волинська	13	7	11	10	3	6,3	3,4	5,4	5,0	1,5
4	Дніпропетровська	107	80	42	55	52	21,3	16,0	8,6	11,4	11,1
5	Донецька	14	18	10	2	0	5,4	7,0	4,1	0,8	0,0
6	Житомирська	33	31	4	7	12	16,1	15,2	2,0	3,6	6,3

7	Закарпатська	19	12	9	16	11	7,6	4,8	3,6	6,5	4,5
8	Запорізька	78	65	66	71	35	30,8	25,9	26,8	29,5	15,0
9	Івано-Франківська	9	10	6	15	10	3,8	4,3	2,6	6,5	4,5
10	Київська	33	27	16	19	14	11,2	9,0	5,2	6,1	4,4
11	Кіровоградська	14	12	12	27	57	9,7	8,4	8,6	19,8	43,2
12	Луганська	8	3	5	5	0	8,9	3,4	5,9	6,1	0,0
13	Львівська	22	24	5	5	9	5,3	5,8	1,2	1,2	2,3
14	Миколаївська	10	10	8	12	7	5,6	5,7	4,6	7,1	4,2
15	Одеська	53	49	27	35	49	13,2	12,1	6,7	8,8	12,4
16	Полтавська	12	8	8	4	7	6,0	4,0	4,1	2,1	3,7
17	Рівненська	7	15	9	14	11	2,9	6,3	3,8	6,0	4,8
18	Сумська	15	7	2	6	2	10,3	4,9	1,4	4,4	1,5
19	Тернопільська	3	2	4	0	2	1,8	1,2	2,4	0,0	1,3
20	Харківська	26	27	34	23	14	7,0	7,3	9,3	6,4	4,0
21	Херсонська	14	20	2	5	2	8,3	11,9	1,2	3,1	1,3
22	Хмельницька	9	9	3	4	8	4,5	4,5	1,5	2,0	4,2
23	Черкаська	30	23	17	23	15	17,5	13,6	10,3	14,2	9,5
24	Чернівецька	5	2	1	3	7	3,2	1,3	0,6	2,0	4,6
25	Чернігівська	8	8	6	3	3	5,8	5,9	4,5	2,3	2,4
26	м. Київ	15	12	6	2	11	3,2	2,5	1,2	0,4	2,3
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		572	504	329	387	355	8,8	7,8	5,2	6,2	5,8

Поширеність всіх форм активного туберкульозу серед дітей віком 15-17 років включно*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тис. відповідного населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022

1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	5	6	4	3	3	11,5	13,9	9,0	6,7	6,5
3	Волинська	4	1	5	4	2	11,7	3,0	14,4	11,1	5,3
4	Дніпропетровська	18	17	12	14	15	23,3	21,0	14,0	15,8	16,2
5	Донецька	9	10	5	1	2	20,6	22,6	10,8	2,2	4,3
6	Житомирська	4	7	2	7	2	11,4	20,1	5,5	19,0	5,3
7	Закарпатська	5	11	9	7	4	12,2	26,8	21,0	15,7	8,6
8	Запорізька	14	14	42	10	4	33,8	32,8	94,2	21,9	8,4
9	Івано-Франківська	5	9	1	2	1	12,1	21,9	2,4	4,6	2,2
10	Київська	7	13	7	7	4	16,8	30,1	15,1	13,9	7,4
11	Кіровоградська	6	9	5	4	8	24,4	36,6	19,8	15,7	30,6
12	Луганська	2	5	4	1	0	12,2	30,6	24,1	5,9	0,0
13	Львівська	5	11	6	1	1	7,0	15,2	8,0	1,3	1,3
14	Миколаївська	8	4	4	4	3	27,3	13,4	13,0	12,6	9,3
15	Одеська	30	33	24	24	22	49,0	51,7	35,9	34,6	30,4
16	Полтавська	5	6	6	3	5	14,7	17,7	17,4	8,5	13,6
17	Рівненська	1	1	2	4	3	2,6	2,6	5,0	9,6	6,9
18	Сумська	1	3	1	1	1	3,9	11,9	3,9	3,9	3,7
19	Тернопільська	0	3	0	5	1	0,0	10,0	0,0	15,9	3,1
20	Харківська	13	10	7	4	2	21,1	15,6	10,4	5,8	2,8
21	Херсонська	10	6	9	7	0	35,5	21,0	30,8	23,7	0,0
22	Хмельницька	4	4	1	3	0	11,4	11,5	2,8	8,3	0,0
23	Черкаська	6	4	6	4	6	19,9	13,4	19,9	13,1	19,1
24	Чернівецька	3	3	1	1	2	10,9	11,2	3,6	3,5	6,8
25	Чернігівська	1	3	1	0	1	4,1	12,4	4,1	0,0	3,9
26	м. Київ	6	6	3	6	6	9,1	8,1	3,7	7,2	6,9
27	м. Севастополь	-	-		-	-	-	-	-	-	-
Україна		172	199	167	127	98	15,9	18,1	14,6	10,8	8,0

Поширеність всіх форм активного туберкульозу серед дітей віком 0-17 років включно*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тис. відповідного населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	22	29	20	14	11	7,6	10,2	7,1	5,0	4,0
3	Волинська	19	8	16	11	4	7,9	3,4	6,7	4,7	1,7
4	Дніпропетровська	128	97	54	40	50	22,1	16,7	9,4	7,0	8,9
5	Донецька	23	28	15	3	2	7,6	9,3	5,1	1,0	0,7
6	Житомирська	40	38	6	7	11	16,6	16,0	2,6	3,0	4,8
7	Закарпатська	26	23	18	16	13	8,9	7,9	6,2	5,5	4,5
8	Запорізька	95	79	108	61	27	32,2	26,9	37,2	21,3	9,6
9	Івано-Франківська	17	19	7	8	6	6,1	6,9	2,6	2,9	2,2
10	Київська	41	40	23	14	12	12,2	11,6	6,5	3,9	3,2
11	Кіровоградська	21	21	17	14	53	12,4	12,6	10,3	8,7	33,6
12	Луганська	10	8	9	2	0	9,4	7,7	8,9	2,0	0,0
13	Львівська	27	35	11	4	5	5,6	7,2	2,3	0,8	1,1
14	Миколаївська	20	14	12	10	10	9,6	6,8	5,9	5,0	5,1
15	Одеська	87	82	51	42	59	18,8	17,5	10,9	9,0	12,7
16	Полтавська	17	14	14	7	12	7,3	6,0	6,1	3,1	5,3
17	Рівненська	9	16	11	12	9	3,2	5,8	4,0	4,4	3,3
18	Сумська	16	10	3	4	3	9,3	5,9	1,8	2,5	1,9
19	Тернопільська	3	5	4	5	2	1,5	2,6	2,1	2,6	1,1
20	Харківська	41	37	41	10	3	9,5	8,6	9,5	2,3	0,7
21	Херсонська	24	26	11	12	2	12,2	13,3	5,7	6,2	1,1
22	Хмельницька	14	13	4	5	5	5,9	5,5	1,7	2,2	2,2
23	Черкаська	37	27	23	14	12	18,4	13,6	11,8	7,3	6,4
24	Чернівецька	9	5	2	4	8	4,9	2,7	1,1	2,2	4,4
25	Чернігівська	10	11	7	3	3	6,1	6,9	4,4	1,9	2,0
26	м. Київ	21	18	9	6	13	3,9	3,2	1,6	1,1	2,3

27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		777	703	496	328	335	10,2	9,3	6,6	4,4	4,6

Диспансерний контингент ризику до захворювання на туберкульоз в Україні*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тисяч населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	9655	9246	7991	5 194	3 668	615,5	595,2	519,5	341,3	244,1
3	Волинська	6231	4673	3917	2 331	2 532	601,6	452,5	380,8	227,5	248,6
4	Дніпропетровська	15162	14784	10431	2	2 450	469,7	461,5	328,7	0,1	79,2
5	Донецька	7441	7459	3623	5 313	377	386,1	391,4	192,3	282,0	20,0
6	Житомирська	5429	5110	2795	2 615	2 052	440,7	418,5	231,2	218,6	173,9
7	Закарпатська	7639	6747	4082	5 086	4 514	608,5	538,1	326,3	407,8	363,6
8	Запорізька	8799	9729	7219	5 299	932	510,9	570,6	428,0	318,1	56,9
9	Івано-Франківська	8896	8381	6856	3 742	3 642	647,1	611,5	502,1	275,5	270,0
10	Київська	6673	6646	5834	4 828	4 349	381,6	377,2	328,6	270,8	243,1
11	Кіровоградська	4739	4448	3444	630	617	498,9	473,6	371,6	68,9	68,8
12	Луганська	2648	2380	1846	1 439	648	382,1	347,6	273,0	215,8	97,2
13	Львівська	6146	6290	4333	3 466	4 125	244,7	251,2	173,8	139,8	167,7
14	Миколаївська	5556	4339	3540	2 285	2 237	487,1	383,9	316,3	206,3	205,0
15	Одеська	20482	16539	12754	13 719	13 210	863,5	698,1	539,0	582,0	564,4
16	Полтавська	8243	7328	6006	4 414	700	586,3	526,2	435,5	323,7	52,1
17	Рівненська	7480	6247	5190	4 430	4 746	645,1	540,3	450,6	386,1	416,1
18	Сумська	6626	6321	3224	0	271	606,7	585,7	302,4	0,0	26,2
19	Тернопільська	5243	4845	3023	2 908	3 109	499,8	464,7	292,0	283,1	305,3
20	Харківська	16602	16255	15494	14 684	12 302	619,9	611,1	586,3	560,8	476,2
21	Херсонська	7819	7389	5491	3 085	476	747,8	713,1	534,9	303,9	47,6

22	Хмельницька	10150	6274	5474	4 764	4 909	798,4	497,3	437,4	384,0	400,5
23	Черкаська	9035	7093	4822	3 084	1 197	742,6	589,7	405,7	262,5	103,4
24	Чернівецька	3657	3414	2113	1 689	1 627	404,7	378,8	235,2	189,0	183,3
25	Чернігівська	3532	3263	2276	2 139	469	349,2	327,2	231,6	220,9	49,3
26	м. Київ	7258	6832	2877	880	833	250,9	234,8	98,3	30,1	28,6
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		201141	182032	134655	98026	75992	476,4	433,6	322,7	236,7	185,4

Соціальна структура осіб, які вперше захворіли на туберкульоз, 2022 рік (абсолютна кількість)

№ з/п	Адміністративні території	Всього	Робітники	Службовці	Медичні працівники	Робітники аграрного сектора	Приватні підприємці	Студенти	Учні	Непрацюючі працездатного віку	Пенсіонери	Особи, які повернулись з місць позбавлення волі	Особи без постійного місця проживання	Особи, які зареєстровані в інших міністерствах	Інші особи
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	557	42	13	1	8	6	4	11	302	77	9	2	36	46
3	Волинська	496	38	10	8	2	4	4	7	292	60	0	1	0	70
4	Дніпропетровська	2865	227	267	13	10	7	9	45	1779	352	8	37	27	84
5	Донецька	224	35	1	2	1	0	2	2	135	28	2	5	0	11
6	Житомирська	544	61	20	9	3	7	3	9	270	81	2	5	33	41
7	Закарпатська	743	58	3	4	0	4	2	11	440	133	0	3	8	77
8	Запорізька	414	23	71	9	0	0	2	22	192	49	0	13	3	30
9	Ів-Франківська	409	26	3	5	1	0	1	12	214	100	1	5	9	32
10	Київська	675	131	15	1	25	3	6	11	315	112	7	5	0	44
11	Кіровоградська	594	50	7	10	6	2	2	66	252	67	0	4	45	83

2	Вінницька	7,5	2,3	0,2	1,4	1,1	0,7	2,0	54,2	13,8	1,6	0,4	6,5	8,3
3	Волинська	7,7	2,0	1,6	0,4	0,8	0,8	1,4	58,9	12,1	0,0	0,2	0,0	14,1
4	Дніпропетровська	7,9	9,3	0,5	0,3	0,2	0,4	1,6	62,1	12,3	0,3	1,3	0,9	2,9
5	Донецька	15,6	0,4	0,9	0,4	0,0	0,9	0,9	60,3	12,5	0,9	2,2	0,0	4,9
6	Житомирська	11,2	3,7	1,7	0,6	1,3	0,6	1,7	49,6	14,9	0,4	0,9	6,1	7,5
7	Закарпатська	7,8	0,4	0,5	0,0	0,5	0,3	1,5	59,3	17,9	0,0	0,4	1,1	10,3
8	Запорізька	5,6	17,1	2,2	0,0	0,0	0,5	5,3	46,4	11,8	0,0	3,1	0,7	7,2
9	Ів.- Франківська	6,4	0,7	1,2	0,2	0,0	0,2	2,9	52,3	24,4	0,2	1,2	2,2	7,8
10	Київська	19,4	2,2	0,1	3,7	0,4	0,9	1,6	46,6	16,5	1,0	0,7	0,0	6,5
11	Кіровоградська	8,4	1,2	1,7	1,0	0,3	0,3	11,1	42,4	11,3	0,0	0,7	7,6	14,0
12	Луганська	30,5	0,0	0,0	5,5	0,0	0,0	2,7	38,8	16,6	0,0	0,0	0,0	5,5
13	Львівська	8,8	1,8	1,1	0,1	0,4	0,6	0,7	52,4	21,6	0,3	0,6	1,0	10,8
14	Миколаївська	27,3	0,7	0,7	1,0	0,0	1,2	1,5	58,8	6,7	0,0	1,0	0,5	0,0
15	Одеська	6,3	0,3	1,1	0,2	0,2	0,9	2,0	62,5	9,3	0,1	4,8	1,1	11,1
16	Полтавська	9,2	4,7	1,6	1,6	1,2	0,3	3,0	42,1	17,9	0,2	1,0	1,0	16,2
17	Рівненська	7,9	6,8	0,7	0,5	0,5	0,5	2,8	53,7	22,2	0,7	0,2	2,3	1,2
18	Сумська	13,2	1,1	1,1	0,6	0,8	0,8	0,8	55,2	14,0	0,0	0,0	9,2	3,1
19	Тернопільська	4,0	5,3	0,0	0,0	0,7	1,4	0,7	59,4	21,4	0,4	4,6	1,4	0,7
20	Харківська	8,0	3,0	0,8	0,0	1,1	0,2	2,0	54,0	11,0	0,0	9,0	3,8	7,3
21	Херсонська	8,2	1,4	1,4	0,45	0,45	0,9	1,4	45,7	11,9	0,0	2,7	1,8	8,7
22	Хмельницька	6,9	1,1	0,6	1,7	1,4	1,7	1,4	51,4	26,0	1,4	0,3	0,0	6,0
23	Черкаська	10,0	2,8	0,6	0,0	0,6	0,6	1,9	50,3	13,4	0,4	0,4	0,2	18,6
24	Чернівецька	3,6	0,9	0,9	0,0	0,0	0,9	2,2	55,4	20,2	0,5	0,5	0,0	14,9
25	Чернігівська	10,1	1,8	2,7	0,3	0,3	0,6	4,7	59,2	13,3	0,0	1,5	0,0	5,6
26	м. Київ	6,8	6,3	1,5	0,0	1,8	1,0	1,8	58,4	15,1	0,7	5,8	0,0	0,8
27	м.Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		9,1	3,9	1,0	0,6	0,5	0,6	2,3	55,7	14,6	0,3	1,9	1,8	7,7

Соціальна структура нових випадків туберкульозу за факторами ризику*

№ з/п	Адміністративні території	Всього зарєєстровано випадків		в тому числі							
				зловживають алкоголем				споживають ін'єкційні наркотики			
				абсолютна кількість		%		абсолютна кількість		%	
		2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	321	557	82	99	25,5	17,8	5	7	1,6	1,3
3	Волинська	492	496	153	96	31,1	19,3	10	12	2,0	2,4
4	Дніпропетровська	1774	2865	124	140	7,0	4,9	45	56	2,5	2,0
5	Донецька	771	224	138	54	17,9	24,1	32	10	4,2	4,5
6	Житомирська	479	544	119	115	24,8	21,1	10	8	2,1	1,5
7	Закарпатська	614	743	78	90	12,7	12,1	0	0	0,0	0,0
8	Запорізька	649	414	55	34	8,4	8,2	16	2	2,4	0,5
9	Ів.- Франківська	340	409	46	60	13,5	14,7	4	0	1,2	0,0
10	Київська	724	675	109	50	15,1	7,4	19	19	2,6	2,8
11	Кіровоградська	376	594	42	52	11,2	8,8	10	10	2,7	1,7
12	Луганська	265	36	95	8	35,8	22,2	12	2	4,5	5,6
13	Львівська	958	1062	219	208	22,9	19,5	53	45	5,5	4,2
14	Миколаївська	462	403	112	63	24,2	15,6	21	25	4,5	6,2
15	Одеська	2000	1724	500	199	25,0	11,5	81	65	4,1	3,8
16	Полтавська	366	575	60	62	16,4	10,8	10	4	4,1	0,7
17	Рівненська	364	428	74	78	20,3	18,2	7	3	1,9	0,7
18	Сумська	351	357	78	69	22,2	19,3	8	7	2,3	2,0
19	Тернопільська	193	279	7	14	3,6	5	1	1	0,5	0,36
20	Харківська	758	465	131	184	20,6	41,0	38	25	6,0	5,0
21	Херсонська	399	219	39	18	9,8	8,2	3	2	0,7	0,9
22	Хмельницька	326	350	31	28	9,5	8,0	4	0	1,2	0,0
23	Черкаська	394	469	77	66	19,5	14,1	14	14	3,5	3,0
24	Чернівецька	185	222	56	52	30,3	23,4	0	7	0,0	3,2

25	Чернігівська	411	338	55	16	13,4	4,7	22	1	5,3	0,3
26	м. Київ	716	604	18	23	23,6	3,8	23	14	3,2	2,3
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		14688	15052	2498	1878	17	12,5	448	339	3,5	2,3

Показники первинної інвалідності внаслідок туберкульозу серед населення працездатного віку *

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 10 тис. відповідного населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	211	197	176	124	145	2,4	2,2	1,99	1,43	1,70
3	Волинська	97	104	91	64	57	1,6	1,8	1,53	1,09	1,00
4	Дніпропетровська	404	319	247	189	214	2,2	1,7	1,35	1,05	1,20
5	Донецька	197	194	163	104	28	1,8	1,8	1,50	1,01	0,30
6	Житомирська	136	115	90	79	83	1,9	1,7	1,30	1,16	1,20
7	Закарпатська	113	120	93	99	111	1,5	1,6	1,26	1,36	1,50
8	Запорізька	165	147	120	148	62	1,7	1,5	1,24	1,56	0,70
9	Івано-Франківська	121	131	82	51	88	1,5	1,6	1,02	0,64	1,10
10	Київська	187	203	124	117	132	1,8	2,0	1,20	1,14	1,30
11	Кіровоградська	139	143	95	74	55	2,6	2,7	1,80	1,42	1,10
12	Луганська	143	114	79	48	0	3,5	2,9	2,03	1,27	0,00
13	Львівська	384	365	276	227	268	2,6	2,5	1,88	1,56	1,90
14	Миколаївська	151	111	112	61	56	2,3	1,7	1,72	0,95	0,90
15	Одеська	416	413	259	167	212	3,0	3,0	1,88	1,23	1,60
16	Полтавська	183	74	123	97	132	2,2	0,9	1,52	1,22	1,70
17	Рівненська	84	91	62	42	62	1,3	1,4	0,94	0,64	1,00
18	Сумська	58	35	28	24	21	0,9	0,6	0,45	0,39	0,40
19	Тернопільська	74	91	73	40	41	1,2	1,5	1,20	0,66	0,70
20	Харківська	159	158	99	101	42	1,0	1,0	0,63	0,65	0,30
21	Херсонська	288	254	191	178	56	4,8	4,3	3,21	3,05	1,00
22	Хмельницька	129	126	75	49	48	1,8	1,8	1,04	0,69	0,70

23	Черкаська	95	68	66	73	44	1,4	1,0	0,96	1,08	0,70
24	Чернівецька	24	14	11	4	7	0,4	0,3	0,21	0,08	0,10
25	Чернігівська	142	139	78	65	51	2,5	2,5	1,40	1,19	1,00
26	м. Київ	135	150	64	48	41	0,8	0,9	0,37	0,28	0,20
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		4235	3876	2877	2273	2056	1,9	1,7	1,30	1,04	1,00

Кількість лабораторій у закладах охорони здоров'я України*

№ з/п	Адміністративні території	Пункт мікроскопії з діагностики туберкульозу ЗОЗ (І рівень)		Мікробіологічна лабораторія (або мікробіологічний відділ КБЛ) ПТЗ (II рівень)		Мікробіологічна лабораторія з діагностики туберкульозу ПТЗ (III рівень)	
		2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	32	29	0	1	1	0
3	Волинська	18	18	0	0	1	1
4	Дніпропетровська	46	14	0	0	2	2
5	Донецька	6	6	0	0	2	2
6	Житомирська	27	27	0	0	1	1
7	Закарпатська	20	13	2	0	1	1
8	Запорізька	29	29	0	0	1	1
9	Івано-Франківська	23	7	0	0	1	1
10	Київська	27	11	0	0	1	1
11	Кіровоградська	26	6	0	0	1	1
12	Луганська	16	16	0	0	1	1
13	Львівська	27	25	0	0	1	1
14	Миколаївська	15	23	0	0	1	1
15	Одеська	42	2	0	0	1	1
16	Полтавська	31	31	0	0	1	1
17	Рівненська	19	19	0	0	1	1

18	Сумська	7	7	0	0	1	1
19	Тернопільська	23	5	0	0	1	1
20	Харківська	40	13	2	0	1	1
21	Херсонська	23	23	0	0	1	1
22	Хмельницька	21	7	0	0	1	1
23	Черкаська	24	5	0	0	1	1
24	Чернівецька	11	11	0	0	1	1
25	Чернігівська	29	29	0	0	1	1
26	м. Київ	10	5	0	0	1	1
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-
Україна		592	381	4	1	27	26

Показники профілактичних оглядів з метою виявлення хворих на туберкульоз у закладах охорони здоров'я*

№ з/п	Адміністративні території	Флюорографічне обстеження (на 100 осіб віком старше 15 років)					Туберкуліодіагностика (на 100 дітей віком 0-14 років включно)				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	39,2	36,9	25,7	22,6	22,6	25,9	30,3	24,0	17,9	16,5
3	Волинська	37,1	35,6	22,2	22,7	20,6	12,2	12,6	8,1	3,7	2,5
4	Дніпропетровська	60,0	42,5	35,3	34,1	28,4	79,3	80,3	72,6	65,9	42,8
5	Донецька	36,6	31,4	22,4	26,5	6,0	44,0	63,7	58,1	52,3	8,1
6	Житомирська	52,1	47,0	34,4	29,1	24,1	46,2	50,3	36,5	36,7	23,5
7	Закарпатська	53,5	56,6	30,3	24,4	18,0	35,5	28,6	12,0	4,0	3,8
8	Запорізька	43,7	42,1	30,5	31,1	10,7	54,6	59,7	6,0	53,7	41,6
9	Івано-Франківська	38,9	34,9	19,7	16,9	16,3	21,1	11,5	4,7	7,7	9,3
10	Київська	39,3	37,4	26,5	23,0	18,9	24,0	16,7	9,0	9,5	5,0
11	Кіровоградська	64,5	61,6	40,5	40,2	35,4	82,1	80,8	73,5	75,3	30,2

12	Луганська	60,4	58,0	49,6	41,7	5,2	52,5	62,0	47,0	41,2	6,5
13	Львівська	41,2	38,6	28,7	22,0	19,9	7,9	6,7	4,4	2,2	4,5
14	Миколаївська	70,2	66,5	54,6	56,2	29,0	56,4	21,4	12,9	10,3	8,0
15	Одеська	42,9	41,0	33,1	30,1	24,1	18,0	21,4	12,5	8,5	5,7
16	Полтавська	43,4	42,1	30,7	28,4	24,9	45,2	51,0	50,2	42,1	14,1
17	Рівненська	52,9	31,6	22,4	22,4	20,9	16,4	12,2	6,2	5,3	7,2
18	Сумська	57,9	54,0	37,4	35,9	28,0	76,7	74,2	74,6	64,4	30,0
19	Тернопільська	48,0	46,0	31,9	27,4	22,3	8,4	8,7	7,8	4,9	4,4
20	Харківська	47,4	46,2	36,4	36,6	17,9	4,5	52,4	54,1	53,9	22,0
21	Херсонська	59,2	57,2	45,0	40,8	6,9	54,4	49,4	44,8	24,3	18,0
22	Хмельницька	54,0	49,6	37,1	34,2	31,7	49,2	30,2	20,9	20,5	24,4
23	Черкаська	54,3	50,4	39,7	36,6	29,0	63,5	53,7	51,7	36,7	18,6
24	Чернівецька	54,6	48,9	29,3	30,8	29,0	34,1	21,8	13,3	11,6	12,2
25	Чернігівська	49,4	48,3	34,7	32,1	27,8	52,4	58,0	43,0	37,3	14,4
26	м. Київ	44,5	36,7	23,2	18,3	11,8	31,2	24,9	22,6	27,5	19,2
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		44,1	39,7	28,8	26,8	18,7	39,2	37,0	30,8	27,7	15,7

Профілактичні щеплення, що проведені дітям першого року життя*

№ з/п	Адміністративні території	БЦЖ (дітям до 1 року)					
		кількість осіб					
		підлягали щепленню		проведено щеплення		%	
		2021	2022	2021	2022	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	12 401	11 387	9 230	9 361	74,4	82,2
3	Волинська	10 448	8 600	8 946	7 796	85,6	90,7
4	Дніпропетровська	21 309	21 309	16 271	14 762	76,4	69,3

5	Донецька	9 761	2 819	7 805	843	80,0	29,9
6	Житомирська	9 151	9 151	7 569	6 574	82,7	71,8
7	Закарпатська	12 895	11 954	9 266	7 650	71,9	64,0
8	Запорізька	10 523	8 062	8 601	5 217	81,7	64,7
9	Івано-Франківська	11 823	10 020	9 377	7 638	79,3	76,2
10	Київська	11 433	10 537	9 569	7 673	83,7	72,8
11	Кіровоградська	5 443	5 592	5 040	4 628	92,6	82,8
12	Луганська	3 245	3 053	2 487	212	76,6	6,9
13	Львівська	21 129	20 738	17 631	16 056	83,4	77,4
14	Миколаївська	7 633	4 900	6 589	4 041	86,3	82,5
15	Одеська	20 555	19 352	15 958	12 831	77,6	66,3
16	Полтавська	8 563	8 225	7 596	7 494	88,7	91,1
17	Рівненська	11 802	10 100	9 703	8 437	82,2	83,5
18	Сумська	6 003	4 202	5 311	3 863	88,5	91,9
19	Тернопільська	7 801	7 801	6 008	5 125	77,0	65,7
20	Харківська	16 729	8 295	12 936	6 376	77,3	76,9
21	Херсонська	7 100	6 600	5 961	1 861	84,0	28,2
22	Хмельницька	9 093	8 804	8 015	6 456	88,1	73,3
23	Черкаська	7 223	7 223	6 364	6 153	88,1	85,2
24	Чернівецька	8 090	6 826	6 946	6 135	85,9	89,9
25	Чернігівська	5 925	4 479	4 746	3 866	80,1	86,3
26	м. Київ	29 593	32 246	25 733	17 954	87,0	55,7
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-
Україна		285 671	252 275	233 658	179 002	81,8	71,0

Виявлення нових випадків та рецидивів туберкульозу у осіб, які обстежені за допомогою молекулярно-генетичних методів дослідження в лабораторіях первинної медико-санітарної допомоги України*

№ з/п	Адміністративні території	2021 рік			2022 рік		
		Кількість обстежених	Виявлено випадків з МГ "+"	%	Кількість обстежених	Виявлено випадків з МГ "+"	%
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	1682	142	8,4	1285	140	10,9
3	Волинська	1027	115	11,2	1294	162	0,0
4	Дніпропетровська	3254	301	9,3	3277	481	14,7
5	Донецька	4890	445	9,1	1690	192	11,4
6	Житомирська	1510	125	8,3	2491	505	20,3
7	Закарпатська	1454	349	24,0	1650	388	23,5
8	Запорізька	3077	302	9,8	1738	448	0,0
9	Івано-Франківська	1003	142	14,2	2080	395	19,0
10	Київська	805	183	22,7	1976	541	27,4
11	Кіровоградська	677	116	17,1	714	89	0,0
12	Луганська	2003	183	9,1	0	0	0,0
13	Львівська	3001	402	13,4	2458	336	13,7
14	Миколаївська	0	0	0,0	1672	572	34,2
15	Одеська	414	37	8,9	293	45	15,4
16	Полтавська	2613	249	9,5	2825	173	6,1
17	Рівненська	844	65	7,7	865	110	12,7
18	Сумська	1382	213	15,4	848	137	0,0
19	Тернопільська	428	20	4,7	606	150	24,8
20	Харківська	841	35	4,2	122	4	3,3
21	Херсонська	1397	120	8,6	585	116	19,8
22	Хмельницька	144	55	38,2	293	164	56,0
23	Черкаська	836	204	24,4	1220	64	5,2
24	Чернівецька	0	0	0,0	1124	52	4,6
25	Чернігівська	1469	125	8,5	830	164	19,8

26	м. Київ	851	27	3,2	1322	200	15,1
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-
Всього		35602	3955	11,1	33258	5628	16,9

Захворюваність на туберкульоз у поєднанні зі СНІДом (нові випадки+рецидиви)*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тисяч населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	91	119	94	55	160	5,8	7,7	6,1	3,6	10,6
3	Волинська	66	62	47	56	71	6,4	6,0	4,6	5,5	7,0
4	Дніпропетровська	829	769	489	413	465	25,7	24,0	15,4	13,2	15,0
5	Донецька	462	444	412	301	90	24,0	23,3	21,9	16,0	4,8
6	Житомирська	153	130	83	102	112	12,4	10,6	6,9	8,5	9,5
7	Закарпатська	26	27	15	34	34	2,1	2,2	1,2	2,7	2,7
8	Запорізька	209	155	133	122	67	12,1	9,1	7,9	7,3	4,1
9	Івано-Франківська	34	27	25	16	34	2,5	2,0	1,8	1,2	2,5
10	Київська	358	302	181	204	188	20,5	17,1	10,2	11,4	10,5
11	Кіровоградська	165	182	114	97	100	17,4	19,4	12,3	10,6	11,1
12	Луганська	72	63	51	67	11	10,4	9,2	7,5	10,0	1,6
13	Львівська	229	201	161	245	219	9,1	8,0	6,5	9,9	8,9
14	Миколаївська	212	206	140	133	113	18,6	18,2	12,5	12,0	10,4
15	Одеська	1 521	1 523	875	781	815	64,1	64,3	37,0	33,1	34,8
16	Полтавська	125	104	69	76	87	8,9	7,5	5,0	5,6	6,5
17	Рівненська	43	61	42	53	59	3,7	5,3	3,6	4,6	5,2
18	Сумська	85	71	39	42	33	7,8	6,6	3,7	4,0	3,2

19	Тернопільська	32	31	13	17	27	3,1	3,0	1,3	1,7	2,7
20	Харківська	127	131	113	116	69	4,7	4,9	4,3	4,4	2,7
21	Херсонська	163	155	116	110	60	15,6	15,0	11,3	10,8	6,0
22	Хмельницька	89	115	64	57	62	7,0	9,1	5,1	4,6	5,1
23	Черкаська	158	155	104	95	89	13,0	12,9	8,8	8,1	7,7
24	Чернівецька	26	20	21	16	16	2,9	2,2	2,3	1,8	1,8
25	Чернігівська	151	121	71	93	62	14,9	12,1	7,2	9,6	6,5
26	м. Київ	362	350	202	188	148	12,5	12,0	6,9	6,4	5,1
Україна		5 788	5 524	3 674	3 489	3191	13,7	13,2	8,8	8,4	7,8

Померло хворих на туберкульоз від хвороби, зумовленої СНІДом*

№ з/п	Адміністративні території	Абсолютна кількість					На 100 тисяч населення				
		2018	2019	2020	2021	2022	2018	2019	2020	2021	2022
1	АР Крим	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Вінницька	23	19	36	12	34	1,5	1,2	2,34	0,79	2,3
3	Волинська	25	18	18	5	10	2,4	1,7	1,75	0,49	1,0
4	Дніпропетровська	340	300	186	107	110	10,5	9,4	5,86	3,41	3,6
5	Донецька	148	108	75	49	14	7,7	5,7	3,98	2,6	0,7
6	Житомирська	46	36	15	24	26	3,7	2,9	1,24	2,01	2,2
7	Закарпатська	4	4	3	11	10	0,3	0,3	0,24	0,88	0,8
8	Запорізька	31	24	26	4	7	1,8	1,4	1,54	0,24	0,4
9	Івано-Франківська	17	6	7	4	9	1,2	0,4	0,51	0,29	0,7
10	Київська	109	106	65	52	40	6,2	6,0	3,66	2,92	2,2
11	Кіровоградська	26	10	16	20	18	2,7	1,1	1,73	2,19	2,0
12	Луганська	23	24	16	21	1	3,3	3,5	2,37	3,15	0,1
13	Львівська	53	41	30	37	41	2,1	1,6	1,20	1,49	1,7
14	Миколаївська	111	71	52	35	18	9,7	6,3	4,65	3,16	1,6
15	Одеська	307	335	198	158	141	12,9	14,1	8,37	6,7	6,0
16	Полтавська	36	31	16	20	21	2,6	2,2	1,16	1,47	1,6
17	Рівненська	16	8	9	7	13	1,4	0,7	0,78	0,61	1,1
18	Сумська	21	7	6	0	3	1,9	0,6	0,56	0	0,3

19	Тернопільська	3	4	2	2	5	0,3	0,4	0,19	0,19	0,5
20	Харківська	41	33	35	34	16	1,5	1,2	1,32	1,3	0,6
21	Херсонська	44	28	25	21	5	4,2	2,7	2,44	2,07	0,5
22	Хмельницька	22	18	17	10	12	1,7	1,4	1,36	0,81	1,0
23	Черкаська	40	32	24	19	11	3,3	2,7	2,02	1,62	1,0
24	Чернівецька	5	7	8	4	5	0,6	0,8	0,89	0,45	0,6
25	Чернігівська	44	36	23	19	14	4,3	3,6	2,34	1,96	1,5
26	м. Київ	116	112	73	54	30	4	3,8	2,49	1,85	1,0
27	м. Севастополь	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Україна		1 651	1 418	981	729	614	3,9	3,4	2,35	1,76	1,5

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

References

1. Alsayed, SSR., Gunosewoyo, H. (2023). Tuberculosis: Pathogenesis, Current Treatment Regimens and New Drug Targets. *Int J Mol Sci.* Vol. 24(6), 52022023. <https://doi.org/10.3390/ijms24065202>.
2. Auld, SC., Shah, NS., Cohen, T., Martinson, NA., Gandhi, NR. (2018). Where is tuberculosis transmission happening? Insights from the literature, new tools to study transmission and implications for the elimination of tuberculosis. *Respirology.* Vol. 10, 13333. doi: <https://doi.org/10.1111/resp.13333>.
3. Bucşan, AN., Chatterjee, A., Singh, DK., et al. (2019). Mechanisms of reactivation of latent tuberculosis infection due to SIV coinfection. *J Clin Invest.* Vol. 129(12), 5254-5260. <https://doi.org/10.1172/JCI125810>.
4. Butov, D., Feshchenko, Y., Chesov, D., et al. (2022). National survey on the impact of the war in Ukraine on TB diagnostics and treatment services in 2022. *Int J Tuberc Lung Dis.* Vol. 27(1), 86-88. <https://doi.org/10.5588/ijtld.22.0563>.
5. Churchyard, G., Kim, P., Shah, NS., Rustomjee, R., Gandhi, N., Mathema, B., Dowdy, D., Kasmar, A., Cardenas, V. (2017). What We Know About Tuberculosis Transmission: An Overview. *J Infect Dis.* Vol. 216(6), 629-635. <https://doi.org/10.1093/infdis/jix362>.
6. Dale, KD., Karmakar, M., Snow, KJ., Menzies, D., Trauer, JM., Denholm, JT. (2021). Quantifying the rates of late reactivation

tuberculosis: a systematic review. *Lancet Infect Dis.* Vol. 21(10), 303-317. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30728-3](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30728-3).

7. Feshchenko, Yu.I., Todoriko, L.D., Kuzhko, M.M., Gumeniuk, N.I. (2018). Pathomorphosis of tuberculosis – the realities of the day and chemioresistance as a sign of it's progression. *Ukr. Pulmonol. J.* Vol. 2, 6-10. (UkrШlnian).

8. Holt, E. (2023). Successful tuberculosis treatment in UkrШlne. *Lancet Infect Dis.* Vol. 23(5), 533. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(23\)00220-7](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(23)00220-7).

9. John, CA. (2019). Realizing the World Health Organization's End TB Strategy (2016-2035): How Can Social Approaches to Tuberculosis Elimination Contribute to Progress in Asia and the Pacific? *Trop Med Infect Dis.* Vol. 4(1), 28. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed4010028>.

10. Latent tuberculosis infection Updated and consolidated guidelines for programmatic management. World Health Organization(2018). Retrieved from <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/260233/9789241550239-eng.pdf>.

11. MacNeil, A., Glaziou, P., Sismanidis, C., Date, A., Maloney, S., Floyd, K. (2020). Global Epidemiology of Tuberculosis and Progress Toward Meeting Global Targets – Worldwide, 2018. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* Vol. 69(11), 281-285. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6911a2>.

12. Mathema, B., Andrews, JR., Cohen, T., et al. (2017). Drivers of Tuberculosis Transmission. *J Infect Dis.* Vol. 216(6), 644-653. <https://doi.org/10.1093/infdis/jix354>.

13. Miggiano, R., Rizzi, M., Ferraris, DM. (2020). Mycobacterium tuberculosis Pathogenesis, Infection Prevention and Treatment. *Pathogens*. Vol. 9(5), 385. <https://doi.org/10.3390/pathogens9050385>.
14. Noori, MAM., Younes, I., Latif, A., et al.(2022). Reactivation of Tuberculosis in the Setting of COVID-19 Infection. *Cureus*. Vol. 14(3), 23417. <https://doi.org/10.7759/cureus.23417>.
15. Parvaresh, L., Crighton, T., Martinez, E., Bustamante, A., Chen, S., Sintchenko, V. (2018). Recurrence of tuberculosis in a low-incidence setting: a retrospective cross-sectional study augmented by whole genome sequencing. *BMC Infect Dis*. Vol. 18(1), 265. <https://doi.org/10.1186/s12879-018-3164-z>.
16. Public Health Center of the Ministry of Health of Ukraine (2023). Retrieved from <https://www.phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/tuberkuloz/statistika-z-tb>
17. Qiu, B., Wu, Z., Tao, B., et al. (2022). Risk factors for types of recurrent tuberculosis (reactivation versus reinfection): A global systematic review and meta-analysis. *Int J Infect Dis*. Vol. 116, 14-20. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.12.344>.
18. Shea, KM., Kammerer, JS., Winston, CA., Navin, TR., Horsburgh, CR. (2014). Estimated rate of reactivation of latent tuberculosis infection in the United States, overall and by population subgroup. *Am J Epidemiol*. Vol. 179(2), 216-225. <https://doi.org/10.1093/aje/kwt246>.
19. Smith, JP., Cohen, T., Dowdy, D., Shrestha, S., Gandhi, NR., Hill, AN. (2023). Quantifying Mycobacterium tuberculosis Transmission Dynamics Across Global Settings: A Systematic

Analysis. *Am J Epidemiol.* Vol. 192(1), 133-145.
<https://doi.org/10.1093/aje/kwac181>

20. State Statistics Service of Ukraine (2022). Retrieved from <https://www.ukrstat.gov.ua>

21. Vyklyuk, Y., Nevinskyi, D., Chopyak, V., Golubovska, O., Hazdiuk, K., Škoda, M. (2023). Modeling the Spatial Distribution of Different Strains of the COVID-19 Virus Based on the GeoSER(D) Model. *Preprints.org* 2023, 2023070775.
<https://doi.org/10.20944/preprints202307.0775.v1>

22. Vyklyuk, Ya., Nevinskyi, D., Boyko, N. (2023). GeoCity: A New Dynamic-SPATIAL Model of Urban Ecosystem. *J. Geogr. Inst. Cvijic.* 2023. (in press)

23. WHO consolidated guidelines on tuberculosis. Module 3: diagnosis - rapid diagnostics for tuberculosis detection (2021). Retrieved from <https://apps.who.int/iris/handle/10665/342331>.

24. WHO guidelines on tuberculosis infection prevention and control, 2019 update, Geneva: World Health Organization (2019). Retrieved from <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/311259/9789241550512-eng.pdf>.

25. World Health Organization (2022). Retrieved from <https://www.who.int/>

26. Алешукина АВ. Изменение профиля провоспалительных цитокинов в кишечнике человека при дисбактериозе на фоне антибиотикотерапии у больных туберкулезом. *Журнал микробиологии эпидемиологии и иммунобиологии.* 2012;6:81-85.

27. Андрейчин МА. Роль ендотеліальної дисфункції в перебігу хронічного гепатиту С та її корекція препаратом L-аргініну. Укр хіміотерапевт журн. 2012;3(26):8-14.

28. Антоненко ПБ. Ефективність лікування туберкульозу легень в залежності від рівня ізоніазиду в крові. Вісник проблем біології і медицини. 2014; 2(3): 122-126.

29. Асмолов ОК, Полякова СО, Беседа ЯВ. Ефективність застосування L-аргініну для корекції первинних ниркових порушень у хворих з уперше діагностованим туберкульозом легень. Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція. 2014;21(1): 28-32.

30. Беляева ЕН. Спектр нежелательных реакций в комплексной терапии туберкулеза органов дыхания с множественной и широкой лекарственной устойчивостью возбудителя при включении препарата перхлосон. Туберкулёз и болезни лёгких. 2015; 7(93):24-30.

31. Бялик ИБ. Эффективность и переносимость интенсивной химиотерапии у больных мультирезистивным деструктивным туберкулезом легких при одновременном и равномерном в течение дня приеме противотуберкулезных препаратов. Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція. 2014; 21(3): 11-16.

32. Габорець ТЛ. Сучасний підхід до організації медичної допомоги хворим на ВІЛ-асоційований туберкульоз в Україні за принципом "дві хвороби – один пацієнт". Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція. 2014; 21(3): 90-96.

33. Герасимова НА. Вплив різних методів введення протитуберкульозних препаратів на їх переносимість при

лікуванні хворих на вперше діагностований деструктивний туберкульоз легень. Укр мед альманах. 2013;1:55-56.

34. Голубовська ОА, Ніколаєва ОД, Климанська ЛА. Клінічні форми туберкульозу у хворих на ВІЛ-інфекцію. Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція. 2014;21(4):5-12.

35. Громова ОА, Торшин ИО, Габдулина ГХ. Пандемия COVID-19: защитные роли витамина D. Фармакоэкономика. 2020; 13(2):132-145.

36. Громова ОА, Торшин ИЮ, Спиричев ВБ. Полногеномный анализ сайтов связывания рецептора витамина D указывает на широкий спектр потенциальных применений витамина D в терапии. Медицинский совет. 2016; 1:12–21.

37. Гузій ОВ. Бронхообструктивні захворювання: нові клінічні настанови та позиція МОЗ України. Укр мед часопис. IX/X 2019; 5(2):133.

38. Гуревич ГЛ. Контролируемое лечение – залог успеха химиотерапии туберкулеза. Мультирезистентный туберкулез: клинко-эпидемиологические особенности и тактика лечения. Материалы между-нар. науч.-практ. конф. Внедрение новых подходов в борьбе с М/ШЛУ-ТБ в Беларуси. Беларусь. 2014; 12–18.

39. Демченко ОМ. Ефективність лікування туберкульозу легень в залежності від рівня ізоніазиду в крові. Вісник проблем біології і медицини. 2014; 3(2):122-126.

40. Іванова ДА, Борисов СЄ. Оцінка ризику і моніторинг гепатотоксичних реакцій у хворих туберкульозом. Туберкульоз і хвороби легень. 2017; 95(9): 40-48.

41. Єсипенко СВ, Філюк ВВ, Герасимова НА. Аналіз причин поширеності мультирезистентного туберкульозу в Одеській області. Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція. 2014; 21(3):85-89.

42. Калабуха ВА, Калабуха АВ, Скворцова ОФ, Холодняк ЛВ. Результати лікування вперше діагностованого туберкульозу легень у хворих з асоціальною поведінкою. Укр пульмонолог журн. 2013;4:62.

43. Корнага СІ, П'ятночка ІТ, Тхорик НВ. Мультирезистентність мікобактерій туберкульозу у хворих з рецидивами туберкульозу легень. Інфекційні хвороби. 2014;3:87-89.

44. Корниенко СВ, Григоренко СА. Особенности гепатотоксических реакций у больных туберкулезом легких с сопутствующим активным хроническим вирусным гепатитом или персистирующим вирусным гепатитом. Туберкулёз и болезни лёгких. 2015; 5(93):87-80.

45. Линник МІ. Організація виявлення та лікування хворих на туберкульоз легень і заходи щодо їх поліпшення [автореф. дисертації]. Київ: ДУ Нац. ін-т фтизіатрії і пульмонології ім. Ф.Г. Яновського НАМНУ; 2015. 28 с.

46. Литвиненко НА. Профіль медикаментозної резистентності МБТ до протитуберкульозних препаратів у хворих на мультирезистентний туберкульоз та туберкульоз із розширеною резистентністю МБТ залежно від випадку захворювання. Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція. 2012;4:85–91.

47. Макацария АД, Григорьева КН, Мингалимов МА, Бицадзе ВО, Хизроева ДХ, Третьякова МВ и др. Коронавирусная инфекция (COVID-19) и синдром диссеминированного внутрисосудистого свертывания. *Акушерство Гинекология и Репродукция*. 2020;14(2):123-131.

48. Марченко ГФ, Петренко ВІ, Голубовська ОА. Порушення функції печінки у хворих на вперше діагностований туберкульоз легень залежно від наявності супутніх вірусних гепатитів. *Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція*. 2018;1:15-20.

49. Мельник ВМ, Новожилова ІО, Матусевич ВГ, Линник МІ. Аналітичний погляд на проблему хіміорезистентного туберкульозу: нинішній стан, досягнення та деякі невирішені питання. *Укр пульмонолог журн*. 2012;1: 5-7.

50. Мельник ВМ, Новожилова ІО, Матусевич ВГ. Хіміорезистентний туберкульоз: стан проблеми в Україні. *Укр мед часопис*. 2013;5(97): 43-45.

51. Мельник ВМ, Новожилова ІО, Мельник ВМ, Матусевич ВГ. Аналіз недоліків організації лікування хворих на хіміорезистентний туберкульоз. *Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція*. 2014;21(3): 5-10.

52. Мельник ВП, Панасюк ОВ, Хурса ТГ. Паліативне лікування хворих з невдачею лікування у випадку мультирезистентного туберкульозу. *Фітотерапія. Часопис*. 2013;2:26-31.

53. Мордык АВ. Частота нежелательных побочных реакций при химиотерапии генитального туберкулеза у

пациенток с бесплодием и высокой приверженностью к лечению. Туберкулёз и болезни лёгких. 2015;1(93):52-55.

54. Наказ МОЗ України № 620 від 04.09.2014 р. Уніфікований клінічний протокол первинної, вторинної (спеціалізованої) та третинної (високоспеціалізованої) медичної допомоги. Туберкульоз у дорослих. – К.; 2014.177 с.

55. Нізова НМ, Заболотько ВМ, редактори. Туберкульоз в Україні. Аналітично-статистичний довідник. Відповідальні редактори: Київ: ДУ «Центр громадського здоров'я МОЗ України», ТОВ «Агенство Україна»; 2017.216 с.

56. Ніколаєва ОД, Гріцова НА. Аналіз причин розвитку невдач лікування туберкульозу легень. Зб. наук. праць співробітн. НМАПО ім. П.Л. Шупика. 2016; 26:457-461.

57. П'ятночка ІТ, Корнага СІ, Тхорик НВ. Про рецидиви туберкульозу легень. Вісник наукових досліджень. 2014;2:53-54.

58. Петренко ВІ, Радиш ГВ. Лікування хіміорезистентного деструктивного туберкульозу легень: клінічна ефективність і переносимість геміфлоксацину та інших фторхінолонів наприкінці інтенсивної фази терапії. Лікарська справа. 2013;8:55-63.

59. Порівняльні дані про хвороби органів дихання і медичну допомогу хворим на хвороби пульмонологічного та алергологічного профілю в Україні за 2011–2018 рр. [Інтернет]. Київ: Національна академія медичних наук України, центр медичної статистики України МОЗ України, ДУ “Національний інститут фтизіатрії і пульмонології ім. Ф.Г. Яновського

Національної академії медичних наук України”; 2019. Доступно <http://www.ifp.kiev.ua/doc/staff/pulmukr2018.pdf>

60. Просветов ЮВ. Осложнения вследствие применения лекарственных препаратов при химиотерапии больных туберкулезом как проблема фтизиатрии. Укр химиотерапевт журн. 2000; 2:44-46.

61. П'ятночка ІТ, Корнага СІ, Тхорик НВ. Шляхи зниження розповсюдження мультирезистентного туберкульозу з погляду фтизіоепідеміології. Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. 2014;4:67-71.

62. Радиш ГВ. Ефективність і переносимість геміфлоксацину та інших фторхінолонів у режимах антимікобактеріальної терапії хворих на мультирезистентний деструктивний туберкульоз легень. Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція. 2014; 21(3):22-30.

63. Рамзан НІ. Ефективність лінезоліду в комплексному лікуванні хворих на мультирезистентний туберкульоз і туберкульоз із розширеною резистентністю [автореф. дисертації]. Київ: ДУ Нац. ін-т фтизіатрії і пульмонології ім. Ф.Г. Яновського НАМНУ; 2015. 18 с.

64. Роєнко ГМ, Черенько СО, Погребна МВ та ін. Терміни і причини розвитку рецидиву туберкульозу у ВІЛ-інфікованих пацієнтів. Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція. 2012;4:42-46.

65. Старкова ОМ. Визначення найбільш вагомих факторів ризику виникнення рецидиву туберкульозу легень [автореф. дисертації]. Київ: ДУ Нац. ін-т фтизіатрії і пульмонології ім. Ф.Г. Яновського НАМНУ; 2014. 18 с.

66. Степанова НА, Стрельцова ЕН, Кантемирова БИ. Нежелательные побочные реакции при лечении по II режиму химиотерапии больных туберкулезом легких. Туберкулёз и болезни лёгких. 2015; 6(93):45-50.

67. Тодорико ЛД. Роль тиреоидных гормонов и кортизола в развитии анемического синдрома при хронических обструктивных заболеваниях легких у больных старших возрастных групп. Материалы I съезда терапевтов Забайкальского края; Чита: РИЦ ЧГМА; 2013, с. 71-75.

68. Тодорико ЛД. Функциональные изменения щитовидной железы при инфильтративных процессах в легких. Материалы науч.-практич. конф. с междунар. участием Актуальные проблемы туберкулеза. Красноярск, 2014; с. 91-95.

69. Тодоріко ЛД, Підвербецька ОВ. Особливості перебігу коморбідності туберкульозу легень і захворювань органів дихання. Матеріали наук.-практ. конф. Актуальні питання пульмонології; Донецьк; 2013, с. 25-29.

70. Тодоріко ЛД, Єременчук ІВ, Чорноус ВО. Оптимізація стандартного режиму хіміотерапії при лікуванні хворих на мультирезистентний туберкульоз легень. Укр пульмонолог журн. 2012;1:8–12.

71. Тодоріко ЛД, Єременчук ІВ, Шаповалов ВП. Синдром мальабсорбції як прояв системного ефекту при поширених формах туберкульозу легень. Буковинський медичний вісник. 2014;18(3):154.

72. Тодоріко ЛД, Мигайлюк ЛД. Тиреоїдна активність при специфічних і неспецифічних інфільтративних змінах у легенях. Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція. 2013;3(14):49-54.

73. Тодоріко ЛД, Островський ММ, Сем'янів ІО, Шевченко ОС. Особливості перебігу туберкульозу в умовах пандемії COVID-19. Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція. 2020;43(4): 52-63.

74. Тодоріко ЛД, Петренко ВІ, Гришин ММ. Резистентність мікобактерій туберкульозу: міфи та реальність. Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція. 2014; 21(1):60-67.

75. Тодоріко ЛД, Петренко ВІ, Островський ММ, Шевченко ОС, Сем'янів ІО, Макойда ІЯ. Бронхіальна астма — нова парадигма у клінічних рекомендаціях GINA. Частина 1. Туберкульоз, легеневі хвороби, ВІЛ-інфекція. 2020;40(1):94-102.

76. Тодоріко ЛД. Імунопатогенез лікарсько-стійкого туберкульозу з позицій сьогодення. Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція. 2017;30(3):92-98.

77. Тодоріко ЛД. Особливості еволюції імунопатогенезу лікарсько-стійкого туберкульозу. Клінічна імунологія Алергологія Інфектологія. 2014;3:16-20.

78. Тодоріко ЛД. Патофизиологические причины развития критических состояний при воспалительных заболеваниях легких различного генеза. Клінічна імунологія Алергологія Інфектологія. 2016; (1):18-22.

79. Тодоріко ЛД. Характеристика супутніх захворювань травної системи та їхня роль у формуванні резистентного туберкульозу легень. Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція. 2014; 21(3):68-73.

80. Толстанова ОК, редактор. Туберкульоз в Україні: аналітично-статистичний довідник за 2001-2013 роки. Київ; 2014. 128 с.

81. Фещенко ЮІ, Мельник ВМ, Турченко ЛВ. Погляд на проблему боротьби з туберкульозом в Україні. Укр пульмонолог журн. 2016;3:5-10.

82. Фещенко ЮІ, Мельник ВМ, Черенько СО. Особливості розповсюдження туберкульозу та оцінка протитуберкульозних заходів в Україні. Журн Акад мед наук України. 2014;20(1):92-98.

83. Фещенко ЮІ, редактор. Туберкульоз в Україні (Аналітично-статистичний довідник за 2012-2013 роки). Київ: МОЗ України Центр мед статистики МОЗ України; 2014. 75 с.

84. Фещенко ЮІ, Черенько СА. Епідемія туберкульозу в Україні: історичні аспекти та сучасний стан проблеми. Наук журн МОЗ України. 2012;1(1):48-57.

85. Фещенко ЮІ, Мельник ВМ, Опанасенко МС. Неефективне лікування хворих на туберкульоз легень і його попередження. К.: Ліра-К, 2019. 245 с.

86. Черенько СО, Роєнко ГМ, Погребна МВ. Особливості перебігу рецидивів туберкульозу у ВІЛ-інфікованих та наслідки їх лікування. Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція. 2012;4:13-19.

87. Черенько СО, Литвиненко НЛ, Барбова АІ та ін. Частота та профіль медикаментозної резистентності МБТ у хворих на мультирезистентний туберкульоз і туберкульоз із розширеною резистентністю залежно від випадку захворювання, характеру та тривалості попереднього лікування. Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція. 2013;2:19–25.

88. Чурина ЕГ, Новицкий ВВ, Уразова ОИ. Показатели апоптоза и пролиферативной активности лимфоцитов у

больных туберкулезом легких с множественной лекарственной устойчивостью к. М. Tuberculosis. Медицинская иммунология. 2012;1(14):119-126.

89. Шальмін ОС, Разнатовська ОМ, Ясінський РМ. Особливості клінічного перебігу та причини смерті хворих на ВІЛ/СНІД-асоційований туберкульоз. Лікарська справа. 2013;8:90-94.

90. Шальмін ОС, Ясінський РМ, Лукомська ВМ. Особливості синдрому системної запальної відповіді у хворих на ВІЛ/СНІД-асоційований туберкульоз. Медицина неотложных состояний. 2014;6:161-164.

91. Шальмін ОС, Ясінський РМ, Растворов ОА, Мірошніченко ДВ. Чинники ризику прогресування та критерії оцінки перебігу ВІЛ/СНІД-асоційованого туберкульозу легень. Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція. 2014; 21(4):58-63.

92. Шальмін ОС, Ясінський РМ, Растворов ОА. Ефективність лікування ВІЛ/СНІД-асоційованого вперше діагностованого туберкульозу легень із застосуванням апротиніну, глутоксиму та лазеротерапії. Туберкульоз Легеневі хвороби ВІЛ-інфекція. 2014; 21(2):25-30.

93. Шовкун ЛА. Эффективность применения ремаксола для лечения гепатотоксических реакций на фоне стандартной химиотерапии у больных инфильтративным туберкулезом легких. Туберкулёз и болезни лёгких. 2015; 93(6):176-180.

94. Abdool Karim SS, Naidoo K, Grobler A, Padayatchi N, Baxter C, Gray A, et al. Timing of initiation of antiretroviral drugs during tuberculosis therapy. N Engl J Med. 2010;362:697–706.