

ЕКОЛОГІЯ

ОЦІНКА ВРАЗЛИВОСТІ МІСТА РУБІЖНЕ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ДО КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

«Місто»

2021

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	5
1.1 Фактори, що підсилюють вразливість міст до зміни клімату	5
1.2 Фізико-географічна і кліматична характеристика м. Рубіжне	6
РОЗДІЛ 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	8
2.1 Методика виконання експериментів, методики аналізів	8
2.2 Вразливість міста до погіршення якості і зменшення кількості питної води	8
2.3 Вразливість міста до теплового стресу	14
2.4 Аналіз вразливості міських зелених зон	16
РОЗДІЛ 3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗРОБКИ ЗАХОДІВ ПО АДАПТАЦІЇ МІСТА ДО ЗМІНИ КЛІМАТУ	23
ВИСНОВКИ	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	29
ДОДАТОК А. Група індикаторів для оцінки вразливості до погіршення якості і зменшення кількості питної води	32
ДОДАТОК Б. Група індикаторів для оцінки вразливості міста до теплового стресу	34
ДОДАТОК В. Оцінка вразливості міських зелених зон до зміни клімату	35

ВСТУП

Останні дані, опубліковані Службою кліматичних змін Коперника («Коперник» - це флагманська програма спостереження Землі Європейського Союзу), показують, що 2020 рік став одним з найспекотніших для світу [1]. Це вже шостий винятково теплий рік поспіль, а 2011-2020 роки – це найтепліше десятиліття. Температура повітря у світі сягнула рекордних показників, а в Європі навіть перевищила їх. Минулий рік був на 0,6 градуса теплішим за середні показники 1981 – 2010 років та на 1,25 градуса теплішим за доіндустріальний період (1850 – 1900 роки). Майже третина українських земель перетворюється на пустелю, з 1991 року площа сухої та дуже сухої зони збільшилася на 7%. Зміна клімату – це не просто поступове підвищення середньорічної температури повітря. Головна небезпека глобальної зміни клімату полягає в тому, що кліматична система планети втрачає рівновагу, погода стає все більш непередбачуваною, ускладнюється процес прогнозування, збільшується частота і потужність прояву стихійних метеорологічних явищ.

Є цілий ряд факторів, які відіграють важливу роль у визначенні вразливості окремо взятого міста до наслідків зміни клімату. Їх облік і детальний розгляд дуже важливий не тільки для визначення вразливості, але також для підготовки ефективного плану адаптації міста.

Актуальність цього дослідження полягає в його спрямованості на вивчення основних потенційних негативних наслідків зміни клімату на території міста Рубіжне Луганської області. З 2014 року в Луганській і Донецькій областях діє проєкт ЮНІСЕФ в Україні «Вода, гігієна та санітарія». В рамках проєкту буде здійснено аналіз кліматичних змін до 2050 року і розроблено стратегічні пріоритети та конкретні заходи з адаптації до змін клімату [2]. Адаптація до зміни клімату - це шлях до того, щоб зробити місто безпечнішим, здоровим, зеленим і більш придатним для проживання громадян. Європейська Комісія і Європейське Агентство з захисту навколишнього

середовища збирає технічні знання в аспекті адаптації до зміни клімату на адаптаційно - інформаційну платформу ЄС Climate - ADAPT [3]. Там є адаптаційні інформаційні бюлетені з профілями міст, а також інструкції по підтримці міст в адаптації.

Мета дослідження: вивчення основних потенційних негативних наслідків зміни клімату на території міста Рубіжне Луганської області для підготовки ефективного плану адаптації міста.

Мета роботи передбачає розв'язання таких **завдань**: виконати аналіз вразливості міста Рубіжне до:

- погіршення якості і зменшення кількості питної води,
- теплового стресу,
- проаналізувати вразливість міських зелених зон,
- видати рекомендації щодо розробки заходів по адаптації міста до зміни клімату.

Об'єкт дослідження: територія і об'єкти забезпечення життя міста Рубіжне.

Предмет дослідження: негативні наслідки зміни клімату

Практичне значення роботи полягає в розробці рекомендацій для поліпшення стану зеленої зони міста. Складено список дерев і чагарників, рекомендованих для проведення фітомеліорації міста Рубіжне. Вибрані рослин, які найбільш пристосовані до посушливих умов міста, а також мають високі поглинальні властивості по відношенню до забруднень. Для поліпшення ґрунтових умов рекомендовано внесення суглинків із дамби відвалу колишньої ТЕЦ-2, компосту із листового опаду, а також мульчування пристовбурних кіл дерев тирсою, одержаною при подрібненні гілок дерев. Рекомендації прийняті до впровадження Комунальним підприємством «ШЕП» Рубіжанської міської ради, починаючи з березня 2021 року, в період посадки саджанців дерев.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Фактори, що підсилюють вразливість міст до зміни клімату

Концентрація в містах великої кількості населення, особливості локального мікроклімату, які можуть посилювати деякі негативні наслідки кліматичних змін, заміна переважаючих підстилаючих поверхонь в місті, висотна забудова, наявність мережі міського транспорту і добре розвинутої інфраструктури (яка може постраждати від негативного впливу проявів кліматичних змін і викликати істотний дискомфорт для мешканців міста) робить місто значно більш уразливим до проявів кліматичних змін в порівнянні з іншими територіями. Урбанізоване середовище змінило окремі властивості повітря, знизивши перш за все його вологість. Цеглина і асфальт, ніби гігантські батареї, акумулюють тепло вдень і віддають його ніччю. Температура у великому місті підвищується як за рахунок тепла, яке віддають мільйони людських тіл і яке виділяється в процесі дихання, так і із-за спалювання в печах і двигунах внутрішнього згорання вугілля, бензину і газу. Учені стверджують, що збільшення населення на 1 млн. приводить до підвищення середньої температури міського повітря на один градус. За даними дослідників, висока температура повітря в жаркі дні і знижена вологість – це одна з причин підвищення смертності міського населення. Забруднене повітря, яке розжареним куполом нависає над містом, сприяє розвитку раку легені, бронхіту, а також багатьох інфекційних захворювань. Кліматичні зміни в різній мірі впливають на жителів міста - в залежності від їх статі, віку та рівня доходів.

1.2 Фізико-географічна і кліматична характеристика м. Рубіжне

Місто Рубіжне розташоване у західній частині Луганської області, у межах заплавної і над заплавної тераси річки Сіверський Донець [4]. Перша тераса

має слабо хвилястий рельєф із низкою мілких стариць та боліт. Рельєф другої тераси, на якій розташована основна частина міста, характеризується наявністю піщаних кучугур і дюн. Клімат формується під впливом порівняно великої кількості сонячної радіації та характеризується доволі спекотним літом із посухою та помірно холодною зимою із нестійким сніговим покривом. Багаторічними дослідженнями встановлено, що максимальна температура повітря не перевищує (+) 40°C, мінімальна - не падала нижче за (-)42°C. Середня річна кількість атмосферних опадів складає– 451 мм.

Ґрунтовий покрив міста характеризується вкрай бідними ґрунтами. Найбільші площі займають дернові слаборозвинені піщані ґрунти на перевіюваних пісках, потужність яких коливається від 3 до 11 метрів. У межах м. Рубіжне система водотоків відсутня. У південно – західній частині міста розташовані озера Біле та Піщане. Станом на 1 січня 2019 року населення міста склало 57 763 особи. Загальна площа міста складає 3376 га.

На рис. 1.1 представлена карта міста Рубіжне.

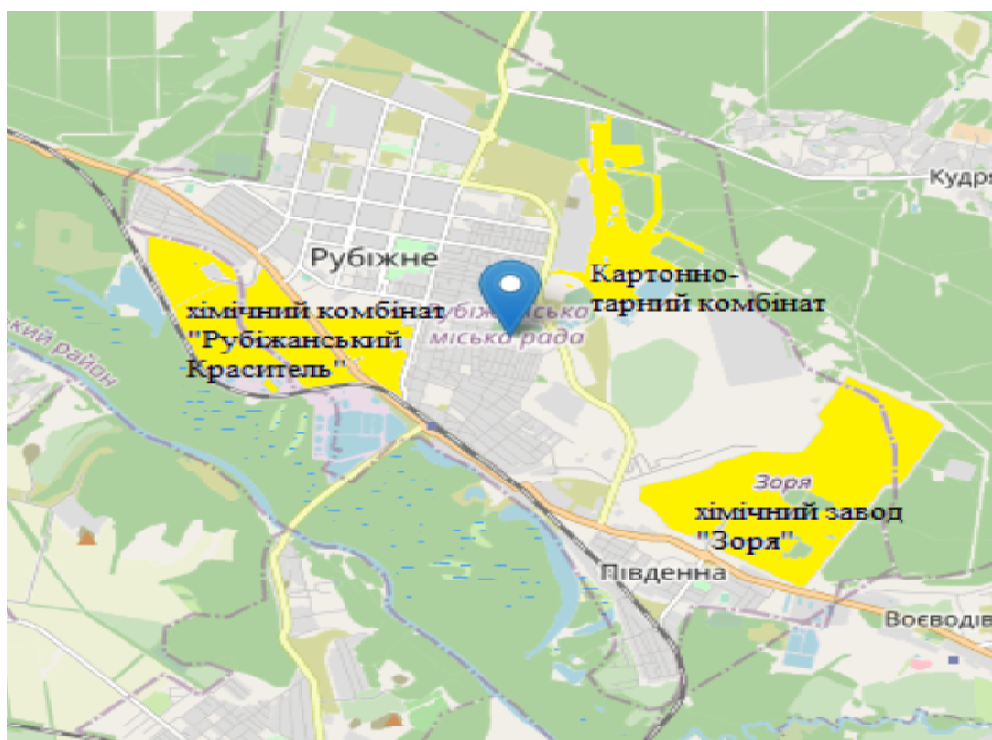


Рис. 1.1- Карта міста Рубіжне

Місто Рубіжне – промисловий центр, в якому функціонують великі підприємства: хімічні заводи «Лізівест», «Завод органічного синтезу», «Хімпостачальник», які знаходяться на території колишнього комбінату «Рубіжанський Краситель»; НВП «Зоря», Рубіжанський картонно-тарний комбінат та інші.

Планувальна структура міста досить компактна. За своїм призначенням та характером використання територію міста можна поділити на три наступні функціональні зони: центральна зона; житлова зона; промислово-складська зона. Центральна зона включає в себе адміністративні та громадські заклади, об'єкти соціальної інфраструктури та сфери обслуговування. Промислово-складська зона розташована ареалами у південно-східній та південно-західній частинах міста. Залізниця з під'їзними коліями, магістральні автодороги та досить великі промислово-складські зони займають 1/3 міської території. Забудовані землі складають 59% площі міста, 10% площі міста вкрито зеленою рослинністю, 19% - це відкриті землі без рослинного покриву.

На рис. 1.2 наведені дані про розподіл земель у місті.

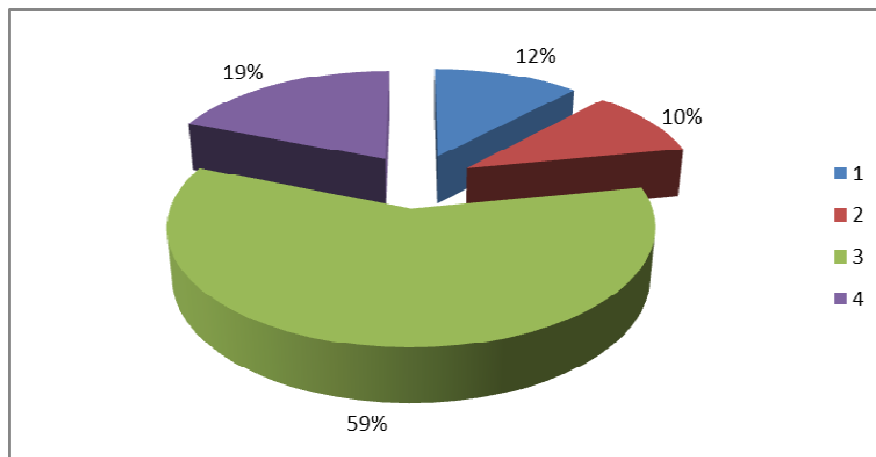


Рис.1. 2–Категорії земель міста Рубіжне: ряд 1-дачні кооперативи (12%), ряд 2-зелена зона)10%), ряд 3-землі житлової та промислової забудови(59%), ряд 4- відкриті землі (пустирі)-19%.

РОЗДІЛ 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Методика виконання експериментів, методики аналізів

Аналіз оцінки вразливості міста проводили відповідно до методики [6]. З огляду на кліматичні умови міста для досліджень було обрано наступні групи індикаторів: якість питної води, вразливість до теплового стресу, стан зеленої зони.

Аналіз води із поверхневих джерел виконували згідно методикам: визначення вмісту сухих речовин [7], вмісту йонів амонію [8], загальної жорсткості [9], фосфат – йонів [10] .

Оцінку забруднення атмосфери проводили методом ліхеноіндикації по наявності лишайників, їх стану, ступеню покриття ними стовбурів дерев [11].

2.2 Вразливість міста до погіршення якості і зменшення кількості питної води

Місто Рубіжне розвивалося разом із будівництвом і роботою великого хімічного комбінату «Рубіжанський Краситель». Хімічні комбінати «Рубіжанський Краситель» і «Зоря» побудовані в долині ріки Сіверський Донець, де знаходиться основне родовище підземних артезіанських вод. Проблема питного водопостачання міста пов'язана з існуванням великих площ (до 10 км²) забруднення підземних артезіанських вод під промисловими майданчиками цих підприємств [12, С.31]. Забруднення техногенного горизонту виникло внаслідок втрат та витоків промислової каналізації на об'єктах хімічних виробництв, а також інфільтрації забруднених атмосферних опадів. Джерелом забруднення підземних вод є також накопичувачі «Рубіжанського Красителя» площею 32 га, в яких знаходяться високомінералізовані, сильно забруднені високотоксичними органічними речовинами промислові стічні води. (Додаток А, рис. 1, 2, таблиця 1).

В алювіальному водоносному горизонті, включаючи промисловий майданчик підприємства, виділяються площі сольового, амонійного і фенольного забруднення. Вміст мінеральних речовин у підземних водах становить до 2 г / дм³, вони також містять органічні речовини: феноли, аміно -і нітросполуки, інше. Підземні води всіх водоносних горизонтів гідравлічно взаємопов'язані та не захищені від проникнення забруднюючих речовин з поверхні землі. В районі впливу хімічного комбінату «Рубіжанський Краситель» експлуатується Володинський водозабір – який був основним джерелом питного водопостачання міста Рубіжне (рис. 2.1).

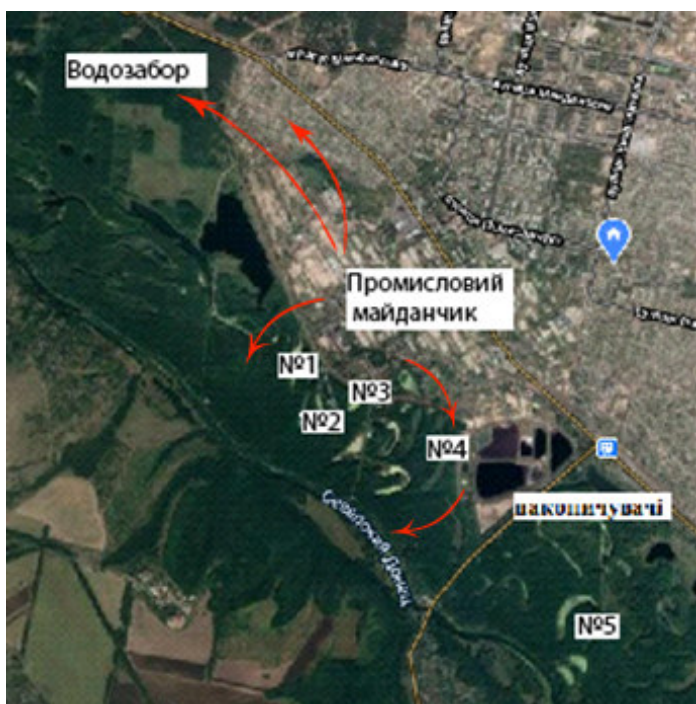


Рис.2.1– Супутникова карта Володинського водозабору, промислового майданчика, заплавних озер

Експлуатація водозабору обов'язково супроводжується зниженням напрямку та швидкості руху підземного потоку, що призвело до проникнення забруднень у питні води. З 1988 року у питній воді міста періодично стали виявляти органічні речовини: феноли, аміни, нітросполуки і інше, концентрації яких перевищували у декілька разів допустимі норми. Забруднення питних вод цього водозабору привело до необхідності закриття більшості його свердловин.

В роботі зроблено аналіз якості води із заплавних озер (рис.2.1) в районі промислового майданчика хімічного комбінату «Рубіжанський Краситель». Були відібрані проби води із заплавних озер №1-5 та виконано їх фізико-хімічний аналіз (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1– Показники проб води із заплавних озер в районі промислового майданчика «Рубіжанський Краситель»

Номер озера	pH, один	Сухий залишок, г/дм ³	Прожарений залишок, г/дм ³	Азот амонійний, мг/дм ³	Фосфати, мг/дм ³	Загальна жорсткість, мг-екв/дм ³
№1	6,46	1,9	1,35	20	4,4	16
№2	5,84	1,4	0,9	35	3,45	12,5
№3	6,56	1,3	0,7	9	2,9	11,5
№4	6,33	2	1,5	8,25	0,75	13,5
№5	6,01	0,7	0,5	5,25	1,6	8

Встановлено, що проби води озер №1-4 в районі промислового майданчика відрізняються підвищеним вмістом в них мінеральних та органічних речовин по сухому залишку, підвищеним вмістом солей амонію, фосфат-йонів, йонів солей жорсткості. Данні показують, що найбільше забруднена вода у озерах № 1, 2, які знаходяться в районі основних хімічних виробництв. На поверхні води цих озер спостерігаються плями плаваючих органічних речовин (рис. 2.2)



Рис. 2.2- Плями нерозчинних у воді органічних речовин на поверхні води озер № 1, 2 в районі промислового майданчика хімічного комбінату «Рубіжанський Краситель»

На рис.2.3 приведено порівняння показників води озер №1-4 із водою озера №5, яке розташоване на значній відстані від джерел забруднення.

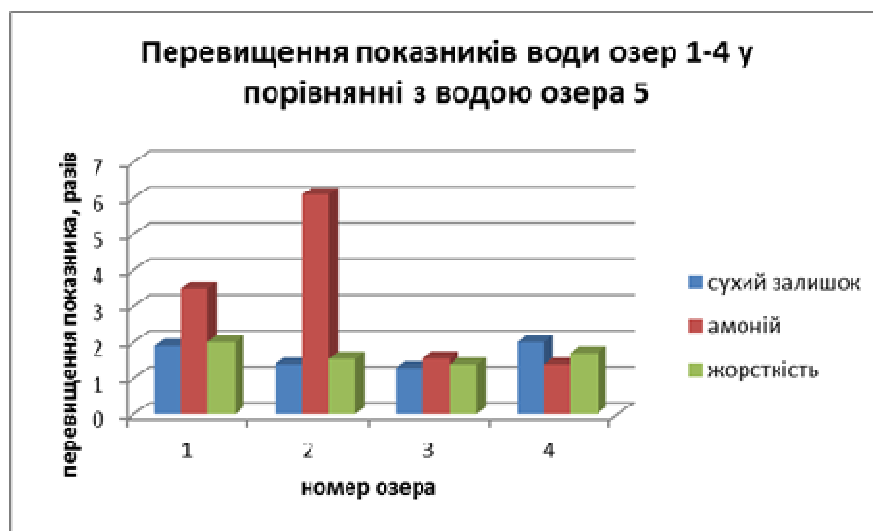


Рис. 2.3–Перевищення показників води у озерах №№1-4 у порівнянні з показниками води озера № 5

Всі ці данні підтверджують наявність розповсюдження забруднень від промислового майданчика колишнього хімічного комбінату «Рубіжанський Краситель» і накопичувача промислових стічних вод. Питання ліквідації і подальшої рекультивації даних накопичувачів в даний час не вирішуються.

Зараз водопостачання міста здійснюється із Володинського водозабору в кількості 11,0 тис. м³/добу та міського водозабору — 10,0 тис. м³/добу. До складу міського водозабору входять артезіанські свердловини, які знаходяться в межах міста. Також на території ПРАТ «РКТК» для питних і технічних потреб експлуатуються три свердловини потужністю 4,3 тис. м³/добу. Відбор підземних вод створює депресивну воронку, тому існує загроза поширення межі забруднення питних вод у напрямку свердловин міського водозабору (рис.2.4). Запаси чистих підземних питних вод різко скорочуються.

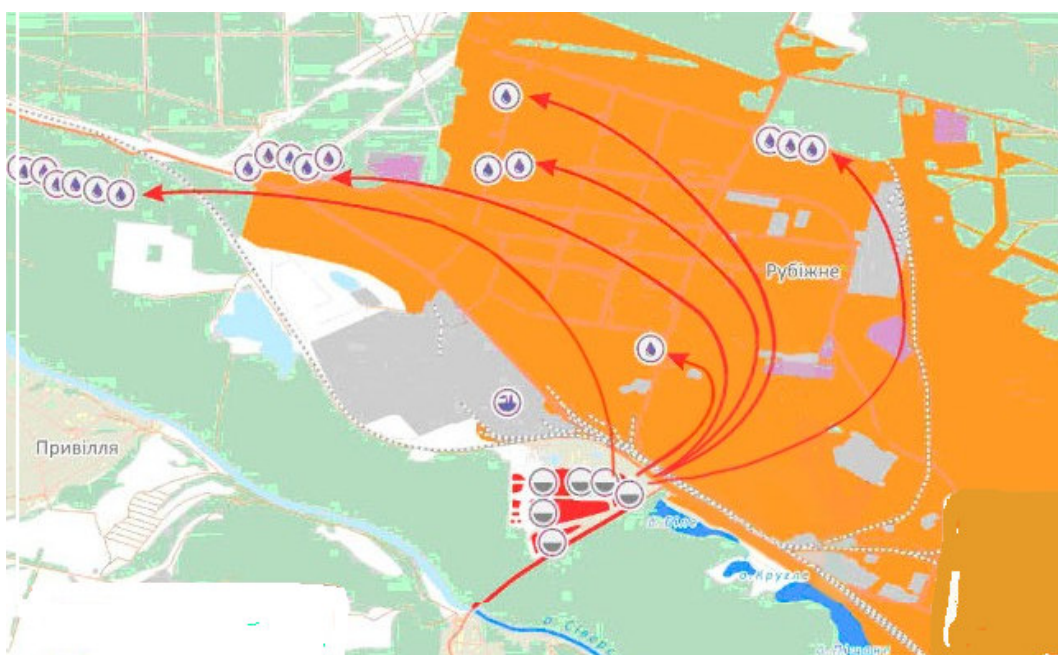


Рис.2.4- Напрями шляхів поширення забруднення питних водозаборів забруднюючими речовинами від накопичувачів колишнього хімічного комбінату « Рубіжанський Краситель».

Знезаражування питної води Володинського водозабору перед подачею в міську водогінну мережу проходить за допомогою гіпохлориту натрію, для чого є хлораторна установка. Вода, що подається з міських свердловин, знезаражується бактерицидними установками ОВ-50, «Водограй».

Згідно з угодою з ЄС при знезараженні води потрібно замінити використання реагентів, які містять хлор, на озонування, ультрафіолетові

лампи. При хлоруванні питних вод, які містять органічні речовини (наприклад, питна вода Володинського водозабору) утворюються канцерогенні хлорорганічні сполуки у тому числі хлороформ.

До групи індикаторів для оцінки вразливості до погіршення якості і зменшення кількості питної води належить наявність в місті підприємств, які скидають воду в водні об'єкти. В місті Рубіжне є три випуска стічних вод у річку Сіверський Донець: ВУВКГ здійснює скидання господарчо-побутових стічних вод міста після очищення на біологічних очисних спорудах (рис. 2.5) в кількості 2,45 млн.м³/рік (12 т забруднюючих речовин). Рубіжанський картонно-тарний комбінат і НВП «Зоря» очищають промислові стічні води на власних очисних спорудах і скидають їх у річку Сіверський Донець. Об'єм стічних вод РКТК- 3,35 млн.м³ (52,76 т забруднюючих речовин), НВП «Зоря» - 1,78 млн.м³ стічних вод (рис. 2.6).

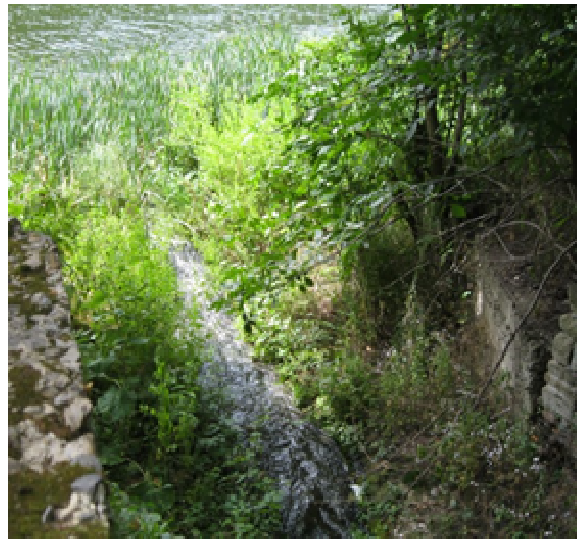


Рис.2.5- Випуск стічних вод ВУВКГ

Рис.2.6-Випуск стічних вод НВП«Зоря»

До цієї групи індикаторів відноситься негативна тенденція зміни річкового стоку в регіоні. За інформацією Харківського регіонального центру з гідрометеорології, протягом серпня-вересня 2020 року у регіоні відмічався критичний дефіцит опадів (від 0 до 30% місячної норми) [14]. Водність

р.Сіверський Донець та р.Оскол становила 45-75% у порівнянні з місячною нормою. Про падіння рівня води в річці Сіверський Донець можна судити по відстані від місця випуску стічних вод до берега річки, воно становить 20 м (випуск ВУВКГ) і 10 м – випуск НВП «Зоря».

В таблиці 2 (додаток А) приведені результати оцінювання цієї групи індикаторів, загальна сума оцінки - 12 балів.

2.3 Вразливість міста до теплового стресу

«Міський тепловий острів»— це метеорологічний феномен різниці температур між центром мегаполіса та його околицями. Однією з причин формування в місті острова тепла є переважання штучних поверхонь, альbedo яких значно нижче, ніж природних, і які, відповідно, поглинають більше сонячної радіації, сильніше нагріваються і повільніше охолоджуються. Чим вище відсоток штучних поверхонь в місті в порівнянні з природними - тим вище ймовірність додаткового підвищення температури в межах міста і, відповідно, виникнення у населення теплового стресу. Як наслідок — спека в центрі міста та прохолода поза його межами.

В місті Рубіжне існує переважання штучних поверхонь над природними: 59% площі займає житлова, промислова та громадська забудова. Крім того в місті діють потужні джерела антропогенного тепла. На хімічному комбінаті «Зоря» працює котельня, паливом для якої є вугілля. Викиди установки спалювання хімічних відходів також підвищують розігрів атмосферного повітря (рис.2.7). При сушінні картону на РКТК в атмосферне повітря надходить близько 400м³/добу водяної пари. Через підвищену температуру викидів відбувається теплове забруднення навколишнього середовища (рис.2.8). Крім того ТЕЦ підприємства викидає 333 тис. т/рік двооксиду вуглецю, який збільшує парниковий ефект.



Рис.2.7 - Викиди установки спалювання хімічних відходів



Рис.2.8- Викиди водяної пари при сушінні картону на РКТК

В місті працює 3 котельні (7, 8 мікрорайон, міська лікарня), а також багато дрібних котельнь, паливом для яких є деревина (спорткомплекс, РПК, ВУВКГ, УТОС, Рубіжанська панчішна мануфактура та інші.)

На території міста відсутні водні об'єкти, які можуть сприяти охолодженню повітря. Вологість повітря є важливим фактором, який впливає на тепловий режим в місті. Зелені насадження підвищують вологість повітря. Поверхня листя дерев і чагарників більш ніж в 20 разів більше площі, займаної проекцією крони. Нагріваючись, рослини випаровують в повітря велику кількість вологи. Якщо прийняти відносну вологість на вулиці, що дорівнює 100%, то в житловому озелененому кварталі вологість буде 116%, на бульварі – 205%, в парку - 204%. У містах, де площі зелених насаджень не відповідають нормативам і зменшуються, вразливість міського населення до теплового стресу зростає.

В таблиці 3 (додаток Б) приведені результати оцінювання цієї групи індикаторів, сума - 20 балів.

2.4 Аналіз вразливості міських зелених зон

Наявність зелених зон сприяє створенню в місті більш комфортного мікроклімату. Створюючи затінок, дерева запобігають сильному нагріву асфальту, а випаровуючи вологу, вони охолоджують себе та повітря навколо. Зелені насадження в місті активно очищають атмосферу, кондиціонують повітря, знижують рівень шумів, перешкоджають виникненню небажаних вітрових режимів. При цьому зелені насадження мають бути максимально наближені до місць проживання людини. Лише тоді вони можуть створювати максимально позитивний екологічний ефект. Як архітектурна структура міста, так і система зелених насаджень, повинні сприяти створенню оптимальних умов для праці та відпочинку населення.

Але при цьому зелені насадження вразливі до кліматичних змін і потребують реалізації заходів щодо їх адаптації. Вразливими до наслідків зміни клімату є зелені зони міста Рубіжне. На їх стан негативно впливають кліматичні умови області, що характеризуються різкими перепадами температур, посухами, суховіями та курними бурями, недостатньою кількістю опадів. На рис.2 (додаток В) приведені данні по кількості опадів впродовж 2020 року за даними Сватівської метеостанції.

В роботі виконано аналіз стану зелених насаджень міста. Склад і розмір зелених зон міст встановлюють залежно від лісорослинної зони, лісистості території і чисельності населення міста [15]. Норма площі зеленої зони складає 10 га/1000 жителів, при чисельності населення міста Рубіжне біля 60 тис осіб площа повинна складати 600 га, наявна ж площа рівна 337 га, що у 1,7 рази менше норми. У місті є центральний парк загальною площею 15,3 га, парк селища Південний та 5 скверів загальною площею 10,6 га.

Зелені насадження у місті розташовані нерівномірно, їх кількість недостатня у густонаселених нових мікрорайонах. Рівень озеленення території забудови повинен складати не менше 40%, а в межах території житлового

району не менше 25% (включаючи сумарну площу озелененої території мікрорайону) [16].

На стан дерев у місті впливає також забруднення повітря промисловими і автотранспортними викидами. За даними статистичних звітів [14] кількість викидів забруднюючих речовин у місті Рубіжне складає 3,3 т/га. Забрудниками повітря є двооксиди карбону, нітрогену та сульфуру, анілін, фенол, формальдегід, нітрохлорбензол та сульфатна кислота.

В роботі зроблено аналіз стану повітря в 11 районах міста методом ліхеноіндикації (рис. 3, додаток В). Для дослідження вибрано місця відпочинку населення (парки, сквери), а також вулиці поблизу хімічних заводів, автовокзалу. Досліджували видовий склад лишайників, частоту їх наявності, площу проективного покриття стовбурів дерев тополі, які розповсюджені в місті. Для визначення ступеню забруднення повітря використовували шкалу Х. Трасса (таблиця 4, Додаток В). Усі виявлені види було розділено на групи: листуваті і накипні лишайники. Із листуватих форм знайдені лишайники родів Фісція (*Physcia*), Пармелія (*Parmelia*) (рис.2.9), Ксанторія (*Xanthoria*) (рис.2.10).



Рис. 2.9 -Лишайники роду Пармелія (*Parmelia*) і Фісція (*Physcia*)

Рис. 2.10- Лишайники роду Ксанторія (*Xanthoria*)

В таблицях 5,6 Додатку В приведені результати досліджень на ділянках 7, 9.

Підсумкові результати приведені на рис.3, в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Підсумкові результати оцінки стану атмосферного повітря на дослідницьких ділянках міста Рубіжне

Назва ділянки	Кількість видів листуватих лишайників	Покриття лишайниками стовбурів дерев, %	Ступінь забруднення
№1 - міський парк площею 15,3 га	Два види: родів Фісція — (<i>Physcia</i>) і Ксанторія (<i>Xanthoria</i>)	26,4	Відносне забруднення, 4 зона
№2- сквер за кінотеатром Юність, площею 1,4 га	Один вид роду Фісція (<i>Physcia</i>)	9,1	Сильне заруднення, 2 зона
№3 -сквер за Міською радою, площею 3,5 га	Три види: родів Пармелія (<i>Parmelia</i>), Ксанторія (<i>Xanthoria</i>), Фісція (<i>Physcia</i>)	48	Відносне забруднення, 4 зона
№4 -майданчик за ІХТ СНУ ім. В.Даля .	Три види родів: Ксанторія (<i>Xanthoria</i>), Фісція (<i>Physcia</i>), Пармелія (<i>Parmelia</i>)	39,7	Відносне забруднення, 4 зона
№5- район Автовокзалу	Один вид: роду Фісція (<i>Physcia</i>)	27,8	Відносне забруднення, 4 зона
№6- район котельні 8 –го мікрорайону	Один вид: роду Фісція (<i>Physcia</i>)	25,6	Відносне забруднення, 4 зона
№7- селище Південне,	Один вид: роду Фісція (<i>Physcia</i>)	5,6	Сильне забруднення,

зупинка Городок			2 зона
№8 -селище Південне, вул. Соснова	Два види: роду Ксанторія (<i>Xanthoria</i>), Фісція (<i>Physcia</i>)	16,7	Середнє забруднення, 3 зона
№9 -селище Південне, парк ім. М. Горького	Один вид: роду Фісція (<i>Physcia</i>)	13,8	Сильнє забруднення, 2 зона
№10- 200-270 м від цехів хімічного підприємства Хімпостачальник	Два види: роду Ксанторія (<i>Xanthoria</i>), Фісція (<i>Physcia</i>)	20	Середнє забруднення, 3 зона
№11-800 м від цехів хімічного підприємства Хімпостачальник	Три види: род Ксанторія (<i>Xanthoria</i>), Фісція (<i>Physcia</i>) Пармелія (<i>Parmelia</i>)	30	Відносне забруднення, 4 зона

В зонах сильно забрудненого повітря (№№ 7,9) лишайники виявляли тільки на північній або північно-західній сторонах дерев. При розгляді лишайників роду Фісція під лупою видно, що розетки його неправильної форми.

Проведеною оцінкою стану забрудненості повітря в районах м. Рубіжне встановлено, що зони чистого повітря у місті відсутні. Повітря в районах житлової забудови, яка розташована в межах санітарно-захисних зон хімічних підприємств (№№ 7,10) дуже забруднене. Зі збільшенням відстані від хімічних виробництв на 800- 1000м (№№8,11) якість повітря змінюється: це зони відносно забрудненого повітря.

Аналізом стану повітря у містах відпочинку встановлено, що парк ім. М. Горького (№9) і сквер за кінотеатром «Юність» (№2) розташовані в зонах сильного забруднення. Сквер (№2) з усіх сторін оточено дорогами з активним рухом автотранспорту, він має невелику площу і в ньому відсутнє розсіювання

вихлопних газів. На майданчику за ІХТ СНУ ім. В.Даля і у сквері за міською радою степінь забруднення повітря відносна.

Поява нових шкідників і захворювань рослин у зелених зонах.

Зростання температур оточуючого середовища (зокрема зимових) може викликати пом'якшення клімату та розширення ареалу існування окремих видів шкідників і збудників рослинних захворювань. Нові захворювання і шкідники можуть бути значною загрозою для рослинних угруповань міста. Всі ці фактори стримують нормальний ріст і розвиток зелених насаджень у місті, викликають хвороби рослин.

В роботі було досліджено види захворювань і шкідників на деревах міста Рубіжне. На деревах тополь виявлені шкідники: пемфіг пізній, звичайний павутиновий кліщ, галоутворюючі кліщі, на каштанах - мінуюча міль .

Пемфіг пізній пошкоджує тополі – чорну, пірамідальну. Утворюють спірально закручені галли на черешках листя, в яких розвивається до 70-80 осіб тлі. На рисунку 4 (додаток В) представлені фото листків пірамідальної тополі, які уражені галами. *Галоутворюючі кліщі*. Листки, уражені кліщами, покриваються зверху жовтуватими або бурими плямами або виступами, під якими знизу розвивається густе, зазвичай біле, опушення (на рис. 5 листя дубу, додатокВ).

Звичайний павутиновий кліщ. Цей шкідник здатний погубити до 200 видів різних дерев та рослин. Пошкоджене листя буріє, засихає і обпадає. В цілому павутиновий кліщ впливає на життєстійкість рослин, погіршує приріст нових пагонів. З павутиновим кліщем необхідно вести регулярну боротьбу, оскільки за рік він дає до 12 поколінь, причому на розвиток кожного потрібно всього 2-3 тижні (рис. 6,7, додаток В).

Каштанова мінуюча міль відкладає міни у листя каштанів із яких вилуплюються гусені, що живляться спочатку клітинним соком, а потім тканинами листя каштанів. На початку літа листя каштанів поступово жовтіє і у серпні починається листопад листя . Це послаблює захисні сили дерева і потенційно призводить до його загибелі. На рис.2.12 приведені фотографії

каштанів в місті Рубіжне. Кожен рік із-за розповсюдження тлі у деяких видів тополі (тополі дельталистої, бальзамічної, Болле) спостерігалось опадання листя (рис.2.11). Це перешкоджає деревам виконувати свої екологічні функції.



Рис.2.11- Вигляд листя тополі бальзамічної у кінці серпня 2020 року



Рис.2.12 - Вигляд молодих каштанів

На деревах міста поширені також різні грибкові захворювання.

Мучниста роса. Листя та молоді пагони, уражені мучнистою росою, мають вигляд нібито присипаних мукою. Збудниками цього типу хвороб є мучнисторосяні гриби. У нашому місті широко поширена мучниста роса дуба, клена, бузку та інші (рис. 9 додаток В). Мучниста роса призводить до послаблення молодих рослин, значно знижує декоративність дерев і чагарників. Уражені молоді пагони не встигають одерев'яніти і можуть постраждати від заморозків.

Клени піддаються різним грибковим захворюванням. Для багатьох характерно *вертициллезне в'янення*, викликане різними видами грибів роду *Verticillium*, яке може завдати великої шкоди популяції кленів ясенелистих (рис. 8 додаток В).

Пямистість кленів. Самі плями можуть бути різного кольору, але природа у них одна - це грибокве захворювання [17]. В кінці літа листя клену гостролистого Глобозум (*Globosum*) покривається чорними плямами (рис.11 додаток В), викликаними мікроскопічними грибами *мікроміцети (Rhytisma acerinum Fr.)*. Хвороби вражають листя, послаблюють захисні сили дерева.

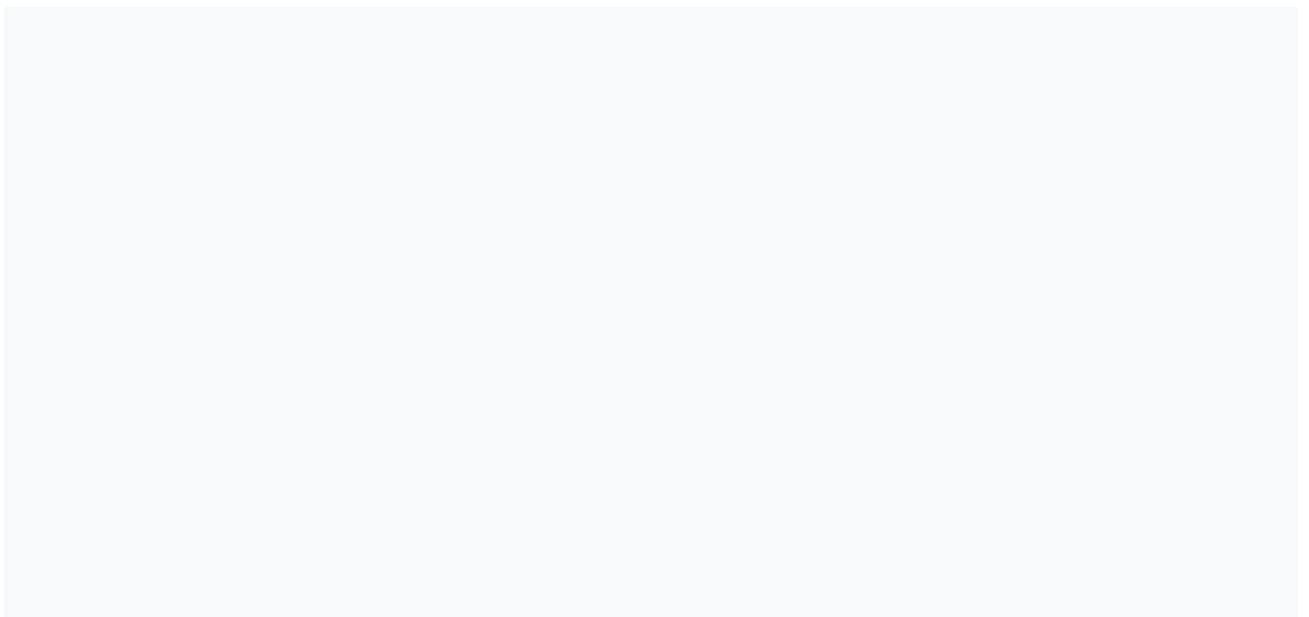
У програмі природоохоронних заходів міста Рубіжне [18] на кожен рік передбачені кошти для проведення озеленення вулиць та інше, в сумі 100 тис. грн.

Висновки. В результаті проведених досліджень виявлені основні фактори, які впливають на вразливість зелених зон міста Рубіжне:

- бідний піщаний ґрунт;
- забруднення повітря;
- високі температури, відсутність дощів влітку;
- недостатній уход за рослинами.

В таблиці 7 (додаток В) представлені результати оцінки вразливості міських зелених зон до зміни клімату. Сумарна оцінка-20 балів.

.



РОЗДІЛ 3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗРОБКИ ЗАХОДІВ ПО АДАПТАЦІЇ МІСТА ДО ЗМІНИ КЛІМАТУ

Аналіз факторів, які впливають на вразливість міста до кліматичних змін показав велике значення зелених насаджень. Із знищенням лісів значною мірою пов'язаний процес запустинювання, що набув останнім часом глобальною значення. Запустинювання загрожує в майбутньому 14% світового населення, які живуть в посушливих районах. Засухи, що почастишали і поглибилися, стають усе більш інтенсивними і згубними. Лісові екосистеми випаровують в атмосферу вологу і благотворно впливають на клімат, підвищуючи вологість повітря. В середньому влітку в лісі буває прохолоднішим лише на 1-2 градуси. Люди давно помітили залежність водності річок і рівнів води в колодязях від наявності лісів. Тому в планах адаптації міста Рубіжне до зміни клімату необхідно передбачити розширення зеленої зони міста. Позитивний вплив буде як від зелених зон із деревними насадженнями, що створюють затінення території та перешкоджають додатковому нагріву підстильної поверхні та будівель, так і від газонів та клумб на прибудинкових територіях, адже будь-яка незаасфальтована територія – це додаткове випаровування і відповідно охолодження повітря.

Потрібно створити парки на пустирях за інститутом і між 7 і 8 мікрорайонами, засадити інші пустирі, які займають 19% площі міста.

На основі аналізу стану дерев, їх самостійного поширення, складено список дерев і чагарників, рекомендованих для проведення фітомеліорації міста Рубіжне (таблиця 8, додаток В). Вибрані рослини, які найбільш пристосовані до існуючих в нашому місті умов, що підвищує стійкість саджанців по відношенню до збудників хвороб і до шкідників. Від цього буде залежати подальший розвиток насаджень. Крім того, у зв'язку із забрудненням повітря у місті доцільно висаджувати дерева з високими поглинальними властивостями по відношенню до забруднень.

Під час планування і насадження парків висаджувати кущі, для створення ярусности. Ярусность в природних рослинних угрупованнях забезпечує їм стабільність (верхній ярус займають дерева, середній - кущі, а нижній – трави).

Поліпшення ґрунтових умов. Піщаний ґрунт міста вологу практично не утримує, швидко прогрівається, пересихає. Для поліпшення стану піщаних ґрунтів при насадженні дерев доцільно використовувати суглинки із дамби золошлаковідвалу колишньої ТЕЦ-2 (рис.2.13). Золошлаковідвал площею 16 га є штучним котлованом, який утворений за рахунок насипання дамби заввишки 10 м на природний рельєф. Матеріал дамби – суглинки, об'єм яких складає приблизно 8 тис. м³ (рис. 2.14).



Рис. 2.13– Дамба золошлаковідвалу колишньої ТЕЦ-2

Рис.2.14 – Суглинки із дамби

Суглинкові землі характеризуються високою повітропроникністю та водопроникністю, добре утримують вологу, містять велику кількість поживних речовин, багаті мінералами та елементами [19].

З метою зменшення витрати води на зрошення дерев забезпечити висадку в місті рослин, адаптованих до посушливих умов. Доцільно створити резервуари для накопичення дощової води і її використання для поливу рослин . Для покращення властивостей піщаних ґрунтів, зменшення частоти поливів і розпушування необхідно додавати компост. Рекомендовано створити у місті майданчик для приготування компосту із листового опаду, який восени

збирають у місті. Листовий опад містить кальцій, азот, калій, безліч мікроелементів[20].

Для збереження вологи також доцільно мульчування пристовбурних кіл дерев тирсою, одержаною при подрібненні гілок дерев (рис. 2.15) При омолодженні старих дерев не використовують 15% деревини (гілки, крона) (рис.2.16). На вулицях міста Рубіжне багато дерев, які знаходяться у аварійному або сухому стані і підлягають зносу, наприклад, на території ІХТ СНУ ім.В.Даля планується омолодити близько 200 дерев.



Рис.2.15 -Мульчування ґрунту тирсою



Рис.2.16 – Відходи гілок при омолодженні старих дерев тополі

Мульча захищає ґрунт від морозу і перегріву, а також зменшує втрати вологи, викликані випаровуванням. Після перегнивання така мульча перетворюється в гумус і наповнює ґрунт поживними речовинами .

Запропоновані рекомендації спрямовані на зниження вразливості міста до теплового стресу, покращення стану зеленої зони міста Рубіжне.



Рис. 2.17- Рекомендації для покращення стану зеленої зони міста

Рекомендації по поліпшенню стану підземних і поверхневих вод

Проблеми питного водопостачання міста Рубіжне пов'язані з існуючим забрудненням підземних вод від промислового майданчика колишнього хімічного комбінату «Рубіжанський Краситель» і його накопичувачів.

Для припинення забруднення підземних вод потрібно провести рекультивацію промислового майданчика і накопичувачів. В роботі [21] видані рекомендації по використанню відходів крейди для нейтралізації кислих стічних вод із секцій 1, 5 накопичувача, а також для засипки осушених секцій.

Після звільнення накопичувачів від стічних вод доцільно їх засипати суглинками із дамб. Такий процес проходить в природних умовах на секції 3, в якій частина площі заростає травами.

ВИСНОВКИ

В роботі вивчено ключові моменти національного плану з адаптації до зміни клімату, який передбачає розробку планів адаптації для кожного міста.

Для досліджень вразливості міста Рубіжне до кліматичних змін вибрані найбільш актуальні проблеми: якість питної води, вразливість до теплового стресу, стан зелених зон.

Водопостачання міста здійснюється із підземного родовища питних вод, запаси якого скорочуються із-за поширення забруднених підземних вод під промисловим майданчиком і накопичувачами. Проведено аналіз води із поверхневих джерел в районі промислового майданчика хімічного комбінату «Рубіжанський Краситель». Результати показали наявність значного забруднення заплавних озер, які мають гідравлічний зв'язок з підземним питним горизонтом. Результати дослідження поточного стану та аналізу потенційних загроз для довкілля від накопичувача колишнього комбінату «Рубіжанський Краситель» розглянуті у проєкті ОБСЄ «Зміцнення спроможності для моніторингу та управління водними ресурсами на сході України» восени 2020 року.

Група індикаторів для оцінки вразливості до погіршення якості і зменшення кількості питної води оцінена в 12 балів.

Виконано аналіз стану зеленої зони міста Рубіжне, сума показників вразливості міських зелених насаджень до зміни клімату налічує 20 балів.

Методом ліхеноіндикації досліджено стан повітря у різних точках міста, включаючи місця відпочинку населення. Результати показали, що зони чистого повітря в місті відсутні. В двох місцях відпочинку населення повітря сильно забруднено.

Видані рекомендації по адаптації зелених насаджень до кліматичних змін, які включають: значне розширення площі зеленої зони насадженням дерев на пустирях, поліпшення стану бідних піщаних ґрунтів при проведенні

озеленення міста внесенням суглинків і компосту, мульчування. Запропоновані рекомендації допоможуть зберегти зелені насадження в місті і знизити уразливість жителів до теплового стресу при підвищенні літніх температур.

По результатам роботи опубліковані тези на 6-й Міжнародній науково-практичній конференції «Фундаментальні та прикладні дослідження в сучасному світі» (20-22 січня 2021 р.) Видавець WoScience, Бостон, США 2021. Р. 663-668.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дані Служби кліматичних змін Коперника. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2020-warmest-year-record-europe-globally-2020-ties-2016-warmest-year-recorded>
2. Публікації Сіверсько-Донецького басейнового управління водних ресурсів. Електронний ресурс. Режим доступу: http://www.sdbuvr.slav.dn.ua/UA/publications.htm#almanah_DSD-2020
3. Адаптація к изменению климата. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://com-east.eu/ru/podderzhka/adaptaciya-k-izmeneniyu-klimata/item/84-adaptaciya-k-izmeneniyu-klimata/>
4. Рубіжне Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D0%B1%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B5>
5. Шевченко О. Оцінка уязвимости к изменению климата: Украина. – К.: КФСП, 2014. – 63 с.
6. Адаптація до зміни клімату. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://com-east.eu/uk/pidtrimka/adaptaciya-do-zmini-klimatu/>
7. МВВ № 081/12-0109-03 Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика визначення масової концентрації сухого залишку (розчинених речовин) гравіметричним методом
8. КНД 211.1.4.042-95 . Методика фотометричного визначення амоній-іонів з реактивом Несслера в стічних водах
9. ДСТУ ISO6059:2003. Якість води. Визначення сумарного вмісту кальцію та магнію.
10. МВВ 081/12-0005-01. Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації розчинених ортофосфатів .

11. Кондратюк С.Я. Індикація стану навколишнього середовища України за допомогою лишайників. К., 2008.
12. Екологічний паспорт регіону. Луганська область./під ред. О.А. Арапова.- Департамент екології та природних ресурсів Луганської облдержадміністрації.- 2014 р.- 117 с.
13. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Луганській області у 2019 році. Луганська обласна державна адміністрація Департамент екології та природних ресурсів. м. Сєверодонецьк.- 2020.-256 с.
14. В басейні Сіверського Дінця узгодили режими роботи водосховищ і водогосподарських систем на осінньо-зимовий період. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.sdbuvr.slav.dn.ua/>
15. Наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 10 квітня 2006 р. № 105 « Правила утримання зелених насаджень у населених пунктах України»
16. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій», затверджено Наказом Мінрегіону №104 від 26 квітня 2019 року. Електронний ресурс. Режим доступу:
<https://dreamdim.ua/ru/nabrav-chynnosti-dbn-b-2-2-12-2019-planuvannya-ta-zabudova-terytorij/>
17. Плямистість клена: причини і різновиди. Електронний ресурс. Режим доступу:
<https://romashkino.ru/articles/chernaya-pyatnistost-klyena-mery-zashchity-i-borby-s-zabolevaniem-/>
18. Програма природоохоронних заходів міста Рубіжне на 2017-2019 р.р., затверджена рішенням міської ради від 30.11.2016 г №18/15
19. Види садового ґрунту: як визначити тип, як поліпшити структуру і які рослини вирощувати. Електронний ресурс. Режим доступу:
<https://yaskravaklumba.com.ua/ua/stati-i-video/interesno-znat/vidy-sadovoi-pochvy-kak-opredelit-tip-kak-uluchshit-strukturu-i-kakie-rasteniia-vyrashchivat>

20. Як зробити компост з опалого листя. Електронний ресурс. Режим доступу:

<https://vseroste.com.ua/ru/blog/iak-zrobiti-kompost-z-opaslogo-listia>

21. Нікітіна. А.В, Назаренко О. С. Використання відходів будівельної промисловості для рекультивації накопичувача / Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної конференції «Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів». 18-25 квітня 2016 р., м. Рубіжне.- с. 133-134

ДОДАТОК А.

Група індикаторів для оцінки вразливості до погіршення якості і зменшення кількості питної води

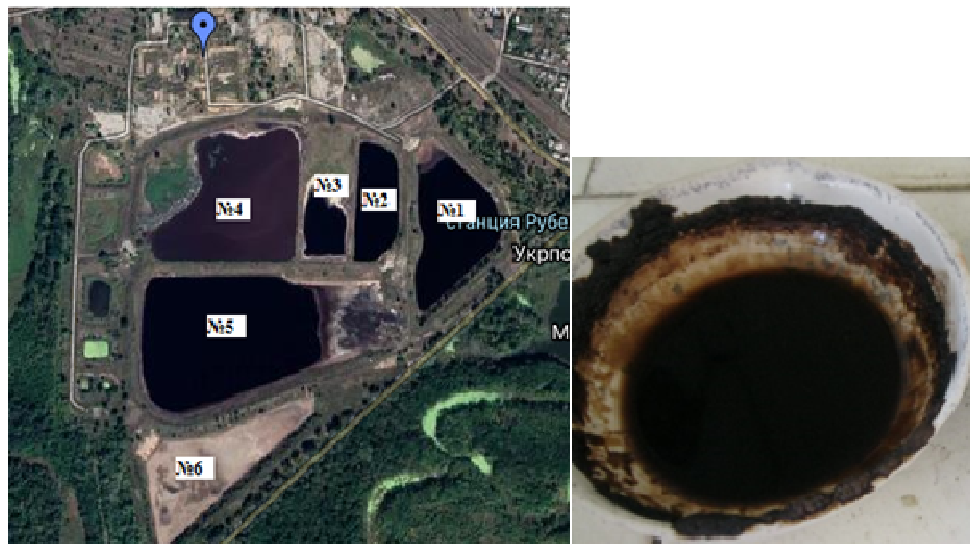


Рис. 1– Накопичувачі промислових стічних вод хімічного комбінату «Рубіжанський Краситель», проба води із накопичувача

Таблиця 1 - Показники промислових стічних вод із різних секцій накопичувачів, вересень 2020 року

Номер секції	pH, одиниці	Сухий залишок, мг/дм ³	Прожарений залишок, мг/дм ³
1	2,8	32,2	24,8
2	6,5	6,8	5,6
4	8,6	4	3,1
5	3,0	22,4	15,6

Таблиця 2 Група індикаторів для оцінки вразливості до погіршення якості і зменшення кількості питної води

Індикатор	Не актуально (0 балів)	Актуально (1 бал)	Дуже актуально (2 бали)
1. Відсутність в місті власних джерел водопостачання або використання привізної води	0		
2. Переважання поверхневих джерел водопостачання в місті над підземним	0		
3. Негативна тенденція зміни річкового стоку в регіоні			26
4. Зростання частоти прояви посух в регіоні протягом останніх останніх 10 років			26
5. Наявність в місті промислових підприємств, які використовують значну кількість води			26
6. Наявність в місті або околицях підприємств, які скидають воду в водні об'єкти			26
7. Неналежний стан водопровідної мережі міста		16	
8. Неналежний стан водоочисних споруд для очищення води, яку споживає населення		16	
9. Відсутність ефективної системи водного менеджменту в місті		16	
10. Зростання кількості населення в місті	0		
11. Відсутність культури водоспоживання у населення міста	0		
12. Високий відсоток малообеспечених сімей в структурі населення міста		16	
Сума балов			126

**ДОДАТОК Б Група індикаторів для оцінки вразливості міста до
теплового стресу**

Таблиця 3

Індикатор	Не актуально (0 балів)	Актуально (1 бал)	Дуже актуально (2 бали)
1. Рост кількості днів з максимальними температурами повітря вище +30 і +35 градусів протягом останнього десятиліття в порівнянні з кліматичною нормою			26
2. Зростання середньодобових і середньомісячних температур повітря в літні місяці на протязі останнього десятиліття в порівнянні з кліматичною нормою			26
3. Прогнозоване зростання температури для регіону, в якому розташоване місто			26
4. Рост повторюваності хвиль тепла протягом останніх років			26
5. Наявність острова тепла			26
6. Відсутність водних об'єктів в місті			26
7. Незначні площі зелених зон в місті, тенденція до їх скорочення, нерівномірність їх розташування в різних районах міста			26
8. Переважання штучних поверхонь в місті над природними			26
9. Наявність потужних джерел антропогенного тепла в місті			26
10. Високій відсоток в місті населення, уразливого до надмірної жари (люди похилого віку, діти, люди з хронічними захворюваннями та ін)		16	

11. Обмеженість доступу до якісного медичного обслуговування (перш за все, швидкої медичної допомоги та кількість лікарняних ліжок на 10 тис. Населення менше нормативної)	0		
12. Обмежений доступ населення до інформації про погоду і клімат, про правила поведінки під час спеки		16	
Сума балов			20 б

ДОДАТОК В Оцінка вразливості міських зелених зон до зміни клімату

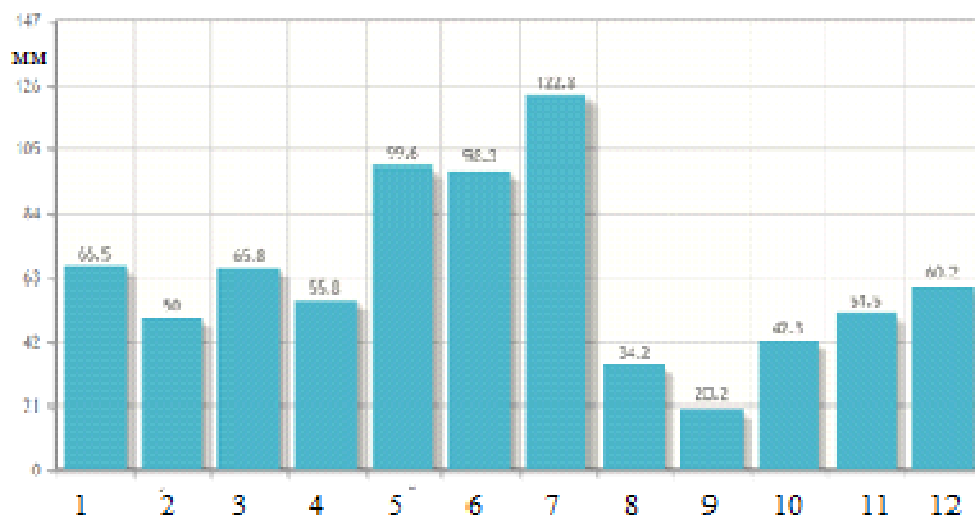


Рис. 2- Зміна місячної кількості опадів у 2020 році

Таблиця 4– Шкала для визначення забруднення повітря по видовому складу лишайників (Х.Трасса)

Зона забруднення, % покриття лишайниками стовбурів дерев	Ступінь забруднення	Характеристика лишайників
1 зона, менше 5%	Дуже сильне	Лишайники відсутні
2 зона, менше 15%	Сильне забруднення	Лишайники леканора (накипні)
3 зона, менше 20%	Середнє забруднення	Пармелія на камінні, на деревах відсутня
4 зона, менше 30%	Відносне забруднення	Сірі листуваті лишайники
5 зона, більше 50%	Зона чистого повітря	З'являються кущисті лишайники
6 зона, 100%	Зона чистого повітря	Кущисті лишайники

Таблиця 5- Результати досліджень на ділянці №7 район зупинки Городок

Показники	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість видів лишайників	1	-	-	2	-	2	2	1	1	2
Накипні	1	-	-	1	-	1	1	-	1	1
Листуваті		-	-	1	-	1	1	1	-	1
Кущисті	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% покриття стовбура	8	-	-	5	-	11	8	3	7	14

Таблиця 6- Результати досліджень на ділянці №9 –район парку ім.М. Горького

Показники	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість видів лишайників	2	2	1	3	1	2	2	2	1	2
Накипні	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Листуваті	1	1	-	2	-	1	1	-	-	1
Кущисті	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% покриття стовбура	15	17	13	24	6	15	9	19	4	16

Хвороби дерев зеленої зони міста Рубіжне



Рис. 4 – Фото листя пірамідальної тополі, які уражені галами-будиночками тлі Пемфіга пізнього



Рис. 5 – Листя дуба, уражені галоутворюючими кліщами



Рис. 6- Листя тополі дельталистої, пошкодженої звичайним павутиновим кліщем



Рис. 7 – Фото листя дубу, ураженого павутиновим кліщем



Рис. 8- Вертициллезне в'янення листя клену ясенелистого



Рис.9 – Мучниста роса на листах бузку



Рис. 10- Плями на листях клену ясенелистого від грибкового захворювання

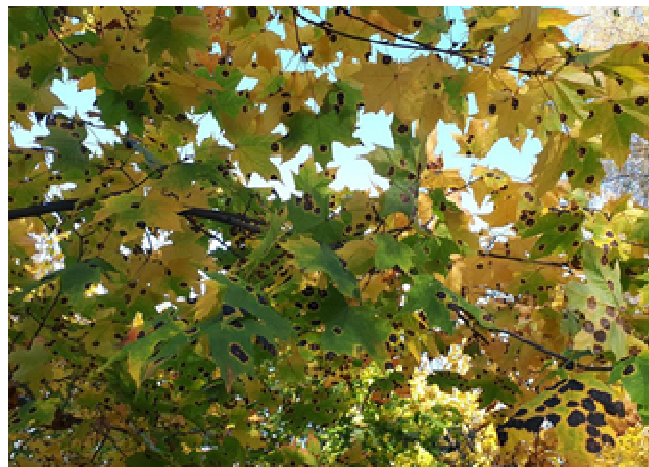


Рис.11- Плямистість на листях клену гостролистого, декоративна форма «глобус» (*Globosum*)

Результати оцінки вразливості міських зелених зон до зміни клімату

Таблиця:7- Група індикаторів для оцінки вразливості міських зелених зон

Індикатор	Не актуально (0 балів)	Актуально (1 бал)	Дуже актуально (2 бали)
1.Зростання кількості днів з максимальними температурами повітря вище +30 0 і 35 0C протягом останнього десятиліття в порівнянні з кліматичною нормою			26
2. Зрушення і зміна тривалості вегетаційного періоду			26
3.Зміна кількості та інтенсивності випадання опадів протягом вегетаційного періоду			26
4.Площа зелених зон в розрахунку на			26

одного жителя міста менше нормативної			
5.Скорочення площі зелених зон (у відсотках по відношенню до загальної площі міста)		16	
6.Незначний відсоток зелених природоохоронних територій в місті до загальної площі міста			26 -відсутні
7.Поява нових шкідників (захворювань) рослин в зелених зонах			26
8.Поява інвазійних видів межах міських зелених зон		16	
9.Скорочення кількості видів рослин в місті		16	
10.Обмеженість технічних і людських ресурсів для утримання зелених зон. Низький рівень агротехніки по догляду за міськими рослинами			26
11.Недостатнє фінансування для озеленення міста та підтримки в належному стані існуючих зелених насаджень		16	
12.Високий рівень забруднення атмосферного повітря в місті			26
Сума балів			206

Таблиця 8 -Список рослин, рекомендованих для фітомеліорації міста Рубіжне

Назва	Стійкість до газо пилових викидів, бал	Поглинання двооксиду сірки однією рослиною, г/вегетаційний період	Поглинання пилу однією рослиною, кг/вегетаційний період
Тополя лавролиста <i>Populus laurifolia</i>	3,75	180	15
Тополя чорна <i>Populus nigra</i>	4	180	4
Клен ясенелистий <i>Acer negundo</i>	4	30	33
Клен гостролистий <i>Acer platanoides</i>	3,5	20	20
Тополя пірамідальна* <i>Populus pyramidalis</i>	3,75	180	30
Гледічия трехколючкова (<i>Honey locust</i>)	4		18
Вяз граболистий (<i>Ulmus</i>)	3.5	80	18
Робінія ложноакацієва (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	3.4	10	4
В'яз горний (шершавий) (<i>Ulmus glabra Huds.</i>)	3.3	80	23
Тополя біла (<i>Populus alba</i>)	3.3		30
Сніжноягодник (<i>Symphoricarpos</i>)	3,75		0.2
Скумпія кожевєнна (<i>Cotinus coggygria</i>)	3.4		
Аморфа кустарникова (<i>Amorpha fruticosa</i>)	3		0.2
Таволга (<i>Filipendula</i>)			
Сумах (<i>Rhus typhina</i>)			
Бирючина звичайна (<i>Ligustrum vulgare</i>)	3.6		0.3
Ялівець козацький (<i>Juniperus sabina L.</i>)			
Тамарикс (<i>Tamarix</i>)	Невибагливі до ґрунту, солестійки, декоративні і закрплюючі піски рослини		

Данні по стійкості рослин, поглинанню газо пильових викидів взяті із:
Екологія города. Учеб. /под ред. Стольберга Ф.В. - К.: Либра, 2000. - 463с.

*Тополя пірамідальна: На сухих і бідних ґрунтах у віці 15-20 років починають засихати вершини і дерево втрачає декоративність