

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**

**ЗБІРНИК
методичних вказівок до виконання практичних робіт
з дисципліни**

**“Урбоекологія”
для студентів денної форми навчання
напряму 101 «Екологія»**

Івано-Франківськ – 2019

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. Визначення об'ємів води водопостачання міста	7
1.1. Загальні положення	7
1.2. Оцінка середоутворюючих властивостей міста	19
2. Аналіз просторової варіації щільності міської забудови	21
2.1. Загальні положення	21
2.2. Завдання для самостійної роботи	24
3. Оцінка середовищеутворюючих властивостей міста	34
3.1. Загальні положення	34
3.2. Оцінка середоутворюючих властивостей міста	40
4. Прогнозування річного накопичення ТПВ	43
4.1. Загальні положення	43
4.2. Завдання для самостійної роботи	47
КОНТРОЛЬНА РОБОТА	
Оцінка виносу забруднювальних речовин поверхневим стоком з урбанізованих територій	49
1. Загальна положення	49
2. Завдання для самостійної роботи	53
Література	56

ВСТУП

Навчальна дисципліна „Урбоекологія” належить до професійно-орієнтованого циклу і викладається для підготовки бакалаврів за напрямом 101 «Екологія».

Знання основ функціонування міського господарства: водопостачання різних споживачів, каналізації та виносу забруднювальних речовин, показників міської забудови, показників розвитку зелених зон (середоутворюючих) міст та основи прогнозування достатніх умов для складування та перевезення побутових відходів; є дуже важливим для формування еколога.

Студенти, що навчаються повинні добре **знати** основні схеми водопостачання та водовідведення, вимоги до якості води джерел водопостачання та стічних вод, які надходять до водних об'єктів, а також чинники змін умов проживання міського населення. Найбільш тісно дисципліна пов'язана з дисциплінами: „Техноекологія”, „Моніторинг довкілля”. Використовується при вивченні курсів „Екологічна безпека”, «Ландшафтна екологія».

В результаті освоєння практичного розділу повинні **вміти** розраховувати об'єм води на водоспоживання для різних потреб, орієнтовний об'єм стічних вод та винос забруднювальних речовин з міської території, показники щільності забудови, прогнозувати накопичення побутових відходів.

Для виконання практичних завдань студенту необхідно перш за все ознайомитися з теоретичною частиною роботи та прикладом розрахунку, отримати варіант завдання за списком групи. По закінченні виконання завдання студент повинен підготувати і скласти захист викладачеві, тобто дати пояснення щодо порядку розрахунку та відповісти на запитання по теоретичній частині роботи. Контрольні запитання та пробні тести містяться у методичних вказівках.

1 ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМІВ ВОДИ ВОДОПОСТАЧАННЯ МІСТА

1.1 Загальні положення

Проектування водопостачання міста (району, промислового підприємства або їх комплексу) починається з визначення кількості води і режиму її витрати на перспективний (розрахунковий) період. Величина водоспоживання об'єктом визначається в кубічних метрах за добу максимального та добу середнього за рік споживання води. Всі водопровідні споруди розраховуються за умов забезпечення максимального водоспоживання в кінці розрахункового періоду, а техніко-економічні показники – за умов середнього за рік.

Оскільки кожний об'єкт, для якого проектується водоспоживання, включає різні категорії споживачів, які мають свої норми водоспоживання і свої режими витрати води, кількість її визначається окремо для кожної категорії споживачів.

Кількість води, яку споживає кожна категорія споживачів, визначається як додавання споживачів на норму водоспоживання, а добова витрата всього об'єкта як сума складових за окремими категоріями споживачів:

$$Q = \sum N_{ж} q_{ж} + \sum N_{п} q_{п} + \sum N_{р} q_{р} + \sum N_{т} q_{т}, \quad (1.1)$$

де Q – загальна кількість води, яка споживається за добу об'єктом;

$N_{ж}, N_{п}, N_{р}, N_{т}$ – число споживачів води за категоріями: населення, площа поливки, робітники та службовці на підприємствах, одиниця продукції або технологічних обладнань;

$q_{ж}, q_{п}, q_{р}, q_{т}$ – відповідні цим категоріям норми водоспоживання.

Повне водоспоживання $Q_{пов}$ окрім добової витрати об'єкта враховує також витрата на потреби водопроводу $Q_{с.п}$ (періодичну промивку мережі, фільтрів, видалення осаду із резервуарів тощо) і визначається за формулою:

$$Q_{пов} = Q + Q_{с.п} = Q + \alpha Q, \quad (1.2)$$

де α – коефіцієнт, який враховує потреби водопроводу; для попередніх розрахунків може бути прийнятий від 0,05 до 0,10.

Витрата води на господарсько-питні потреби населення. Витрата (середня за рік) води на господарсько-питні потреби населення с, визначається в залежності від розрахункового числа мешканців і норм водоспоживання за формулою:

$$Q_{доб.сер.} = \sum (N_i q_i / 1000) , \quad (1.3)$$

де N_i - розрахункова кількість мешканців i -го району міста, яка визначається за площею району та густотою населення p_i :

$$N_{ji} = F_i \cdot p_i , \quad (1.4)$$

q_i – норма водоспоживання на господарсько-питні потреби населення i -го району.

Норму водоспоживання визначають за таблицею 1.1 залежності від санітарно-технічного обладнання будівель, а також від географічного розташування об'єкта водопостачання.

Більші значення витрат (в межах вказаних норм) слід брати для південних районів, а менші – для північних.

Таблиця 1.1– Норми господарсько-питного водоспоживання для населених пунктів

Ступінь благоустрою районів житлової забудови	Норма водоспоживання на 1 мешканця (середньодобова за рік), л/д
Забудова будинками обладнаними внутрішнім водопроводом і каналізацією:	
без ванн	125-160
з ваннами та місцевими водонагрівачами	160-230
з ваннами та централізованим гарячим водопостачанням	230-350
Забудова будинками з водокористуванням з водорозбірних колонок	30-50

При визначенні витрати води для будинків відпочинку, санаторіїв, піонерських таборів та подібних їм установ, якщо вони розташовані на території населеного пункту, потрібно враховувати відповідно до таблиці 1.2.

Оскільки витрата господарсько-питної води не є постійною і змінюється впродовж року, при проектуванні необхідно визначати також розрахункові витрати води за добу найбільшого і найменшого водоспоживання, $m^3/д$, за формулою:

$$Q_{доб.макс} = K_{доб.макс} Q_{доб.сер.} , \quad (1.5)$$

$$Q_{доб.мін} = K_{доб.мін} Q_{доб.сер.} , \quad (1.6)$$

де $K_{\text{доб.Макс}} = 1,1 \div 1,3$ та $K_{\text{доб.мін}} = 0,7 \div 0,9$ – відповідно максимальний і мінімальний коефіцієнти добової нерівномірності споживання, які враховують спосіб життя населення, режим роботи підприємств, ступінь благоустрою будівель, зміну водоспоживання за сезонами року і днями тижня.

Таблиця 1.2 - Норми господарсько-питного водоспоживання для будинків відпочинку, санаторіїв та піонерських таборів

Водоспоживачі	Вимір	Норми водоспоживання, л/д.
Лікарні, санаторії та будинки відпочинку загального типу	1 ліжко	250-300
Санаторії та будинки відпочинку з ваннами у всіх кімнатах	-“-	300-400
Лікарні з грязелікуванням	-“-	400-500
Пансіонати і готелі із загальними ваннами	1 мешканець	100-120
Пансіонати і готелі із ваннами в окремих номерах	-“-	200-400
Школи-інтернати	1 місце	200-220
Піонерські табори	-“-	200-250

Розрахунок витрати води на господарсько-питні потреби населення слід починати з аналізу вихідних даних на проектування: плану об'єкта водопостачання, густоти населення по районах, географічного розташування об'єкта.

За формулою (1.4) розраховується чисельність мешканців за районами і встановлюються норми водоспоживання, за формулою (1.3) визначається середньодобова витрата води на господарсько-питні потреби населення, а за формулою (1.5) – витрата води за добу максимального водоспоживання. Одночасно розраховується коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання по районах або для всього міста за формулами:

$$K_{\text{г.макс}} = \alpha_{\text{макс}} \beta_{\text{макс}} ; \quad (1.7)$$

$$K_{\text{г.мін}} = \alpha_{\text{мін}} \beta_{\text{мін}}, \quad (1.8)$$

де - α - коефіцієнт, який враховує ступінь благоустрою будинків, режим роботи підприємств і інші місцеві умови, приймається як:
 $\alpha_{\text{макс}} = 1,2 \div 1,4$ і $\alpha_{\text{мін}} = 0,4 \div 0,6$, β – коефіцієнт, який враховує кількість мешканців в районі або населеному пункті; мають такі значення:

Кількість мешканців в населеному пункті, тис. чол. (до)	1	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	1000 і більше
$\beta_{\text{Макс}}$	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15	1.1	1.05	1
$\beta_{\text{мін}}$	0.1	0.1	0.1	0.2	0.25	0.4	0.4	0.6	0.7	0.85	1

Визначення розрахункових годинних витрат води у години максимального та мінімального водоспоживання:

$$q_{\text{г. макс}} = (K_{\text{г. макс}} Q_{\text{доб макс}}) : 24 \quad (1.9)$$

$$q_{\text{г. мін}} = (K_{\text{г. мін}} Q_{\text{доб мін}}) : 24 \quad (1.10)$$

Всі розрахунки зручно виконувати у вигляді таблиці 1.3, в яку заносяться вихідні дані, норми водоспоживання за табл. 1.1, результати розрахунків.

Таблиця 1.3 - Добові витрати води на господарсько-питні потреби населення

Райони міста	Площа району, га	Густота населення, чол./га	Розрахункова кількість мешканців,	Середньомісячна норма	Коефіцієнти добової нерівномірності		Добові витрати води, м³/д		
					$K_{\text{доб макс}}$	$K_{\text{доб мін}}$	$Q_{\text{сер. доб}}$	$Q_{\text{доб макс}}$	$Q_{\text{доб мін}}$
ВСЬОГО									

Витрата води на миття вулиць, площ й полив зелених насаджень. Витрата води на миття вулиць, проїздів, площ і поливку зелених насаджень у містах, селищах та промислових підприємствах визначають за формулою:

$$Q_n = \sum N_{ni} q_{ni}, \quad (1.11)$$

де N_{ni} - площа вулиць, проїздів і зелених насаджень, які миються і поливаються;

$q_{\text{мі}}$ - норми витрати води на одну мийку або поливання в залежності від типу покриття вулиць, типу насаджень, кліматичних умов, способу миття. Для розрахунків при проектуванні норми води слід брати за табл. 1.4.

Таблиця 1.4. – Норми витрати води на миття вулиць, проїздів, площ і поливання зелених насаджень

Призначення води	Норма витрати води на одне поливання або миття, л/м ³
Механізоване миття удосконалених покриттів міських вулиць і площ	1,2-1,5
Механізоване миття удосконалених покриттів заводських вулиць і площ	0,3-0,4
Миття вручну (із шлангів) удосконалених покриттів тротуарів і вулиць	0,4-0,5
Поливання зелених насаджень парків	3-4
Поливання газонів і квітників	4-6

Примітка: Кількість мийок та поливань призначають в кожному окремому випадку в залежності від місцевих кліматичних умов.

Розрахунок виконується у вигляді таблиці 1.5.

Таблиця 1.5. Добова витрата води на поливання вулиць і зелених насаджень

Район міста	Вулиці, проїзди, площі			Зелені насадження			Загальна витрата на поливання і миття, м ³
	Площа, га	Норма витрати води, м ³ /га	Витрата води, м ³ /га	Площа, га	Норма витрати води, м ³ /га	Витрата води, м ³ /га	
Всього							

Витрата води на господарсько-питні потреби промислових підприємств. Для розрахунку витрати води по цій категорії водоспоживання перш за все повинно бути встановлене по кожному підприємству: кількість робітників, зайнятих на виробництві в максимальну зміну, окремо в “гарячих” цехах, кількість душових сіток (в залежності від групи виробничого процесу), якими користуються працівники в найбільш численну зміну. Окрім цього, слід встановити чисельність працівників, які користуються душем в кожен зміну. Тільки

після цього можна приступати до розрахунку води на господарсько-питні потреби по окремих підприємствах, використовуючи формулу:

$$Q_p = \sum N_{pi} q_{pi} = \sum N_g q_g + \sum N_o q_o + \sum n_d q_d, \quad (1.12)$$

де N_g – кількість робітників, працюючих в “гарячих” цехах, тобто в цехах з тепловиділенням більше 20 ккал на 1 м³/ч; N_o – кількість працюючих в решті цехів; n_d – число душових сіток, які використовуються впродовж доби, що визначається за співвідношенням загальної кількості працюючих, які користуються однією душовою сіткою по закінченні зміни, N_{d1} :

$$n_d = \frac{N_d}{N_{d1}}, \quad (1.13)$$

де q_g – норма витрати води на одну людину, що працює в “гарячому” цеху в зміну; q_o – те ж саме для працюючих в інших цехах; q_d – норма витрати води на одну душову сітку впродовж прийнятого часу її роботи по закінченні зміни.

Норми господарсько-питного водоспоживання і коефіцієнти нерівномірності розходу води на промислових підприємствах беруться рівними: в цехах з тепловиділенням більше 20 ккал на 1 м³/год - $q_g = 45$ л на 1 чоловіка в зміну з коефіцієнтом годинної нерівномірності $K_g = 2,5$; в решті цехів $q_o = 25$ л на 1 чоловіка в зміну з $K_g = 3$.

Годинний розхід води на одну душову сітку на промислових підприємствах слід брати 500л, а тривалість користування душем – 45 хвилин (після закінчення зміни). Тобто, для розрахунків $q_d = (500 \times 45) : 60 = 375$ л. Число душових сіток, що устанавлюються на підприємстві, визначають за кількістю чоловік, які користуються душем в максимальну зміну, і кількістю чоловік, які обслуговуються однією душовою сіткою, N_{d1} в залежності від групи виробничих процесів у відповідності до таблиці 1.6.

Загальна витрата води на господарсько-питні потреби всіх промислових підприємств міста визначається як сума витрат води по окремим підприємствам, розрахованих за формулою (1.13).

Витрата води на виробничі потреби промислових підприємств . Розрахунок витрати води на виробничі потреби промислових підприємств слід починати з аналізу характеру використання води, а також можливих схем водопостачання цих об’єктів. В результаті цього аналізу обирається найбільш доцільна схема водопостачання об’єкту.

Таблиця 1.6. – Розрахункова кількість чоловік на одну душову сітку

Група виробничих процесів	Санітарні характеристики виробничих процесів	Розрахункова кількість чоловік на 1 душову сітку
I	Які не викликають забруднення одягу та рук	15
	Які викликають забруднення одягу та рук	7
II	З використанням води	5
	З виділенням великих кількостей пилу або особливо забруднюючих речовин	3

При проектуванні норми витрати води для різних цілей виробництва, а також відновлення втрат в оборотних системах повинні прийматись за вказівками технологів даної галузі, на основі передового досвіду або науково обґрунтованого розрахунку.

Розрахункова витрата на виробничі потреби підприємства визначаються із залежності:

$$Q_T = \sum N_i q_i, \quad (1.14)$$

де N_T – об'єм продукції, що випускає підприємство;

q_T – норма розходу води на одиницю продукції.

Витрата води на потреби пожежегасіння. Розрахункова витрата води на пожежегасіння не входить в розрахункову суму добового водоспоживання міста, однак його значення необхідно знати для перевірки мережі водопроводу на пропуск необхідних кількостей води на гасіння пожеж.

Розрахункова витрата води на зовнішнє пожежегасіння і розрахункове число одночасних пожеж при проектуванні і реконструкції населених міст слід приймати за таблицею 1.7.

Витрата води і розрахункова кількість одночасних пожеж для населених пунктів з кількістю мешканців більше 2 млн. чол. встановлюється в кожному окремому випадку в будівлі на проектування по узгодженню з органами державного пожежного нагляду.

Розхід води на гасіння пожеж на території промислових підприємств визначають у відповідності з даними табл. 1.8, а розрахункове число одночасних пожеж – за умови:

1 пожежа – при площі території підприємства менш 150 га;

2 пожежі – при площі території підприємства 150 га і більше.

Витрата води на гасіння пожеж на території підприємства розраховується по будівлям, для гасіння яких необхідна найбільша витрата води. Для об'єднаного (виробничого та протипожежного) водопроводу розрахункове число одночасних пожеж слід приймати: при площі території підприємства до 150 га і кількості мешканців в населеному пункті до 10 тис. – 1 пожежа (на підприємстві або в населеному пункті – за більшою витратою) і 2 пожежі (один на підприємстві і один в населеному пункті) – при чисельності мешканців в населеному пункті від 10 до 25 тис.

Таблиця 1.7.- Розрахункова витрата води на зовнішнє пожежогасіння і розрахункове число одночасних пожеж в населених пунктах

Кількість мешканців у населеному пункті, тис. чол.	Розрахункове число одночасних пожеж	Витрата води на 1 пожежу для будівель до 2 поверхів включно	3 поверхи і більше	Кількість мешканців в населеному пункті, тис. чол.	Розрахункове число одночасних пожеж	Витрата води на 1 пожежу для будівель висотою в 3 поверхи і більше
5	1	10	10	400	3	70
10	1	10	15	500	3	80
25	2	10	15	600	3	85
50	2	20	25	700	3	90
100	2	25	35	800	3	95
200	3	-	40	1000	3	100
300	3	-	55	23000	4	100

Розрахункова тривалість пожежі у всіх випадках (в населеному пункті або підприємстві) дорівнює трьом годинам.

Подача повної розрахункової витрати води на гасіння пожежі повинна бути забезпечена при найбільшій годинній витраті води на інші потреби. При цьому витрати води на поливання території, прийом душу, миття полів у промислових будівлях і миття технологічного обладнання повинно враховуватись.

Витрата води на гасіння пожеж у будівлях, обладнаних пожежними кранами повинна враховуватись додатково до норм витрат води на зовнішнє пожежогасіння. Норми витрати води на внутрішнє пожежогасіння у виробничих будівлях незалежно від їх об'єму і в громадських і в житлових помешканнях об'ємом більше 25 тис. м³ слід приймати не менш 5 л/с х, у допоміжних будівлях, в громадських і в житлових помешканнях об'ємом менше 25 тис. м³ слід приймати не менш 2,5 л/с.

**Таблиця 1.8.- Норми розходу води на зовнішнє пожежогасіння
для промислових підприємств**

Ступінь вогнестій кості	Категорія виробництва за пожежною безпекою	Розхід води на 1 пожежу, л/с, для будівлі												
		З ліхтарями і без них шириною при об'мі будівель, тис.м ³							без ліхтарей шириною 60 м і більше при об'мі будівель, тис.м ³					
		До 3	3-5	5-20	20-50	50-200	200-400	Більше 400	До 50	50-100	100-200	200-300	300-400	400-500
I і II	Г, Д	10	10	10	10	15	20	25	10	15	20	25	30	35
I і II	А., Б, В	10	10	15	20	30	35	40	20	30	40	50	60	70
III	Г, Д	10	10	15	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
III	В	10	15	20	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IV і IV	Г, Д	10	15	20	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IV і IV	В	15	20	25	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Системою водопостачання окрім забезпечення розрахункових розходів води на пожежогасіння, повинна бути передбачена можливість відновлення недоторканого протипожежного запасу впродовж 24 годин – в населених місцях і на підприємствах з виробництвом категорій А, Б, і В і впродовж 36 годин – на підприємства з категорією Г і Д.

Приклад розрахунку

Визначити добові розрахункові витрати води і витрати води на пожежогасіння за таких вихідних даних:

- густота населення – 380 чол./га;
- площа міста – 216,77 га;
- норма водопостачання – 315 л/д;
- етажність забудови – 6 поверхів;
- підприємство – тракторний завод;
- виробництво підприємства – 120 т/д;
- кількість працюючих – 4500 чол.;
- кількість працюючих у зміну – 1900 чол.

Розрахункова кількість населення визначається за формулою 1.4

$$N_i = 380 \cdot 216,77 = 82373 \text{ чол.},$$

Середня добова **витрата води на господарсько-питні потреби** визначається за формулою 1.3

$$Q_{\text{сер. доб.}} = (82373 \cdot 315)/1000 = 25947,495 \text{ м}^3/\text{д}$$

Максимальна добова витрата води визначається за формулою 1.5

$$Q_{\text{макс. доб.}} = 25947,495 \cdot 1,3 = 33731,7435 \text{ м}^3/\text{д}$$

Максимальна годинна витрата води визначається за формулою 1.9

$$Q_{\text{макс. год}} = (33731,7435 \cdot 1,3 \cdot 1,118)/24 = 2042,738 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Максимальна секундна витрата води визначається як

$$Q_{\text{макс. сек}} = Q_{\text{макс. год}} / 3600 \quad Q_{\text{макс. сек}} = 2042,738/3600 = 0,567 \text{ м}^3/\text{с}$$

Максимальна добова витрата **води на поливання вулиць та площ** визначається за формулою 1.11, якщо площа вулиць і площ – 1870700 кв.м; число поливань -2; поливається 10% від усієї площі; норма поливань визначається згідно таблиці 1.4

$$Q_{\text{макс. доб пол}} = (1870700 \cdot 0,3 \cdot 2 \cdot 0,1)/1000 = 10,84 \text{ м}^3/\text{д.}$$

Максимальна годинна витрата води визначається як

$$Q_{\text{макс. год}} = 10,84/24 = 0,45 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Максимальний секундний розхід води визначається як

$$Q_{\text{макс. сек}} = 0,45/3600 = 0,000125 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Максимальна добова **витрата води на поливання зелених насаджень** визначається за формулою 1.11, якщо площа зелених насаджень – 542900 кв.м; число поливань -2; поливається 15% від усієї площі; норма поливань визначається згідно таблиці 1.4

$$Q_{\text{макс. доб пол}} = (542900 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 0,15)/1000 = 651,48 \text{ м}^3/\text{д.}$$

Максимальна годинна витрата води визначається як

$$Q_{\text{макс. год}} = 651,48/24 = 27,15 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Максимальна секундна витрата води визначається як

$$Q_{\text{макс. сек}} = 27,15/3600 = 0,00754 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Витрата води на потреби підприємства.

Оскільки завод працює у три зміни і при цьому в холодних цехах працює 80%, а в гарячих 20%, в максимальну зміну працює 1900 чоловік, середня годинна витрата води розраховується з урахування чисельності робітників та норм питного водоспоживання у холодних та гарячих цехах.

$$Q_{\text{сер. год}} = (0,045 \cdot 900 + 0,025 \cdot 3600)/24 = 5,44 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Розрахункова максимальна годинна і секундна витрати повинні прийматися по зміні, в якій працює найбільша кількість працюючих з урахування нерівномірності водоспоживання у гарячих та холодних цехах.

$$Q_{\text{макс. год}} = (0,045 \cdot 380 \cdot 2,5 + 0,025 \cdot 1520 \cdot 3) / 8 = 19,6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Максимальна секундна витрата води розраховується як

$$Q_{\text{макс. сек}} = 19,6 / 3600 = 0,00544 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Витрата води на виробничі потреби повинна прийматися за даними технологів підприємства. Максимальна добова витрата підприємств на виробничі потреби

$$Q_{\text{макс. доб}} = 120 \cdot 45 = 5400 \text{ м}^3/\text{д.}$$

Відповідно максимальна витрата води годинна та секундна дорівнюють

$$Q_{\text{макс. год}} = 5400 / 24 = 225 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$Q_{\text{макс. сек}} = 225 / 3600 = 0,0625 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Витрата води для миття у душах робітників визначається з урахуванням кількості робітників, які миються з дотриманням санітарних норм проектування промислових підприємств.

За нормами користування душем приймається впродовж 45 хвилин після закінчення кожної зміни, а тому годинна витрата води на душ дорівнює

$$Q_{\text{макс. год}} = (0,06 \cdot 380 + 0,04 \cdot 190) / 0,75 = 30,4 / 0,75 = 40,5 \text{ м}^3/\text{год.}$$

і секундна витрата

$$Q_{\text{макс. сек}} = 40,5 / 3600 = 0,01125 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Таким чином всього на потреби підприємства необхідні витрати:

максимальна добова – 5400 м³/діб;

максимальна годинна – 285,1 м³/год;

максимальна секундна – 0,079 м³/с.

Розрахункова витрата на зовнішнє пожежогасіння залежить від розмірів населеного пункту, поверху житла та ступеня їхньої вогнестійкості, розмірів виробничих будівель, категорій виробництв і інших факторів.

Максимальна секундна витрата води на гасіння пожеж визначається за формулою

$$Q_{\text{пож}} = q_{\text{пож}} \cdot n + q_{\text{пож}}^?, \text{ л/с}$$

де $q_{\text{пож}}$ - розрахункова витрата води на пожежогасіння 1 зовнішньої пожежі, л/с;

$q_{\text{пож}}^?$ - розрахункова витрата води на пожежогасіння внутрішньої пожежі, л/с;

n – число одночасних пожеж.

$$Q_{\text{пож НП}} = 35 \cdot 2 + 10 = 80 \text{ л/с};$$

$$Q_{\text{пож ПП}} = 25 \cdot 2 + 10 = 60 \text{ л/с}.$$

Виходячи з розрахункової тривалості пожежі – 3 години, повна витрата води на гасіння пожежі може бути визначений за формулою:

$$Q_{\text{пож}}^? = 10,8 (q_{\text{пож}} \cdot n + q_{\text{пож}}^?), \text{ м}^3;$$

$$Q_{\text{пож НП}}^? = 80 \cdot 10,8 = 864 \text{ м}^3;$$

$$Q_{\text{пож ПП}}^? = 60 \cdot 10,8 = 648 \text{ м}^3.$$

Повна витрата на гасіння пожежі за 3 години

$$Q_{\text{пож}} = Q_{\text{пож НП}}^? + 0,5 \cdot Q_{\text{пож ПП}}^? = 864 + 0,5 \cdot 648 = 1188 \text{ м}^3.$$

Витрата води на гасіння за годину і секундна

$$Q_{\text{пож.год}} = Q_{\text{пож}} / 3 = 1188 / 3 = 396 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q_{\text{пож.сек}} = Q_{\text{пож.год}} / 3600 = 0,11 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Визначаємо витрату всіма категоріями споживачів і дані заносимо до таблиці 1.9.

Таблиця 1.9. – Таблиця витрат води

Характеристика витрати води	$Q_{\text{доб}},$ $\text{м}^3/\text{д}$	$Q_{\text{год}},$ $\text{м}^3/\text{год}$	$Q_{\text{сек}},$ $\text{м}^3/\text{сек}$
Господарсько-питні потреби населення	25947,5	1568,92	0,567
Комунальні потреби міста	662,32	110,48	0,0077
Витрата води для підприємства	5400	285,1	0,079
Витрата води на гасіння пожежі		396,0	0,11
Витрата води на потреби водопроводу		236,0	0,0764
Усього		2596,5	0,8401

Висновок: З урахуванням чотирьох категорій споживачів розраховані витрати води на водоспоживання міста складають $0,84 \text{ м}^3/\text{с}$.

1.2 Завдання для самостійної роботи

Визначити розрахункові витрати води і витрати води на пожежогасіння для невеликого міста з урахуванням вихідних даних таблиці 1.10.

Таблиця 1.10

№ варіанту	Площа району, га	Густота населення, чол../га	Норма водопостачання за табл., л/д	Площа вулиць, га		
				1	2	3
1	200	3000	1	19	5	2
2	160	2000	2	20	6	3
3	250	2200	3	21	7	4
4	300	3100	4	25	8	5
5	114	2600	1	20	9	6
6	405	1900	2	30	10	4
7	230	3200	3	25	11	2
8	180	3400	4	18	12	3
9	195	2800	1	10	13	8
10	201	1950	3	20	10	7
11	340	2500	2	24	5	2
12	300	2650	4	28	6	3
13	100	3000	3	10	7	4
14	210	3100	4	20	8	5
15	306	3300	1	30	9	6
16	100	2156	3	18	10	4
17	154	2548	2	24	11	2
18	240	3254	4	25	12	3
19	200	7520	3	31	13	8
20	350	8100	2	10	15	7

Контрольні запитання

1. За яких умов планується водопостачання міста?
2. Які споживачі води у місті?
3. Які складові витрати на водопостачання кожного із споживачів?
4. Що включає повне водоспоживання?
5. Чим визначається витрата води на господарсько-питні потреби населення?
6. Від яких чинників залежить норма господарсько-питного водоспоживання?

7. Що характеризує коефіцієнт добової (годинної) нерівномірності споживання?
8. Які складові витрати води на комунальні потреби?
9. Які складові витрати води на виробничі потреби?
10. Які складові витрати води на гасіння пожеж?

Пробний тест за результатами виконання практичних робіт

Вибрати правильні відповіді

1. Водопостачання міста планується з урахуванням:

1. Рельєфу місцевості.
2. Погодних умов.
3. Витрати води на водопостачання.
4. Водності водного об'єкту.
5. Виду джерела водопостачання.

2. Видами споживачів води у місті є:

1. Тварини.
2. Господарсько-питні потреби населення.
3. Зливові системи.
4. Промислові потреби на виробництво.
5. Водний транспорт.

3. Норма господарсько-питного водопостачання визначається:

1. Потребами населення у воді.
2. Кліматичними особливостями території.
3. Ступенем благоустрою території міста.
4. Ступенем благоустрою помешкань.
5. Призначенням будівель.

2 АНАЛІЗ ПРОСТОРОВОЇ ВАРІАЦІЇ ЩІЛЬНОСТІ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

2.1 Загальні положення

Перспективи розвитку житлових районів визначаються демографічними прогнозами і процесом урбанізації. Але вже зараз можна сказати, що щільність забудови в містах впливає на екологічний стан. Зараз в проектуванні та забудові житлових районів відмічається ряд як позитивних, так і негативних тенденцій. З одного боку, йде процес безперервного збільшення забезпеченості населення житловою площею, різними видами суспільних послуг, в проектах забудови районів збільшуються площі зелених насаджень. З іншого боку, нестача міських земель, придатних під забудову, визначила в останні роки тенденції до підвищення поверховості і збільшенню щільності забудови селітебних територій. Дослідження показують, що це призводить до погіршення умов інсоляції і суттєвому збільшенню навантаження на придомові території, розмір яких в першу чергу визначає можливості їх використання, при цьому десь скорочуються площі зелених насаджень, кількість майданчиків для відпочинку населення та ігор дітей й підлітків, для спортивних занять в мікрорайоні.

Встановлено, що збільшення щільності забудови і заселення (з 300—400 чол/га до 500 чол/га) сприяє збільшенню загальної (в 1,2—1,5 рази) і дитячої інфекційної (в 1,5—2,0 рази) захворюваності.

Збільшення густоти житлової забудови сприяє збільшенню забруднення атмосфери селітебних територій, підвищується її мікробне забруднення, особливо за відсутності умов для ефективного провітрювання.

Все сказане визначає необхідність більш суворого підходу при визначенні допустимих розмірів придомових територій та щільності забудови житлових районів у містах.

Предметом уваги санітарної служби повинно бути також вирівнювання диспропорцій розвитку центра й периферійних зон міста, тобто зменшення негативних наслідків моноцентризму міської структури, чого необхідно досягати за рахунок активізації їх розвитку, формування в них центрів загальноміського рівня, реконструкції забудови, що склалась.

На перспективу в основу перетворень планувальної структури міст повинні бути покладені заходи, що передбачені генеральними планами їх розвитку, а реалізація генеральних планів повинна передбачати комплексне вирішення таких основних задач, як впорядкування функціонального зонування, реконструкція міської забудови, що склалась, винос із міста матеріалоємних підприємств, які зазнають гострого

дефіциту територій, а також підприємств, несприятливих в санітарно-гігієнічному відношенні.

Методологічною основою такого підходу є системний аналіз, оскільки він дає можливість комплексного розгляду різнорідних і різноспрямованих взаємодій. Змістом поняття «комплексний» є інтегральне врахування природних і антропогенних позитивних та негативних чинників житлового середовища.

Для аналізу щільності забудови необхідно побудувати карту ізоліній щільності міської забудови. Потрібно накласти кальку на план міста і накреслити сітку квадратів, розміром 20x20 мм (площа 4 га), що перекриває весь лист плану міста.

Сканувати весь план, підраховуючи, скільки точок у кожному квадраті співпадає з будівлями. Результати представити у табличному вигляді (табл.2.1).

Таблиця 2.1 - Щільність міської забудови, га

Строка сітки	Стовбці сітки				
	1	2	3		m
1	1,3	1,2	1,6		1m
2	1,2	1,0	1,5		2m
3	1,0	0,7	1,1		3m
...					
N					mn

Примітка. Щільність забудови у промисловій зоні приймаємо рівною 43%.

За допомогою отриманих даних, підрахувати просторову ковзаючу середню. Заміна показників, що вимірюються у просторі, ковзаючою середньою, дає можливість побудови безперервної топографічної поверхні ознаки.

Розрахунок просторової ковзаючої середньої виконується наступним чином: до оцінки центральної чарунки (строка 2 стовбців 2 см. табл. 3.1) додано оцінки всіх чарунок, що безпосередньо оточують її і загальна сума поділена на число чарунок. Наприклад, середнє для чарунки 22 дорівнює: $1,0 + 1,3 + 1,2 + 1,6 + 1,2 + 1,5 + 1,0 + 0,7 + 1,1 = 10,6$; $10,6 : 9 = 1,18$.

Повторюючи такі ж розрахунки по всій сітці плану для кожної чарунки, скласти таблицю підсумкових значень за виключенням периферійних (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. – Значення ковзаючої щільності міської забудови, га

Строка сітки	Стовбці сітки				
	1	2	3		m
1	-	-	-	-	1m
2	-	1,18	1,5		2m
3	-	0,7	1,1		3m
...	-				

N	-	-	-	-	mn
---	---	---	---	---	----

Побудувати ізоплети (ізолінії рівної щільності), відносячи опірні значення показника щільності до центру кожного квадрата сітки на кальці. Січення ізоплет вибрати виходячи із принципу, що число класів не повинно бути більше $5 \lg N$, де N – число точок на кальці. Січення ізоплет, таким чином, буде дорівнювати результату ділення амплітуди значень на число класів (ізоліній). Система ізоплет обмальовує згладжений рельєф топографічної поверхні щільності забудови.

Перераховане значення ізоплет у процентах, показує розповсюдженість забудованої певним чином території.

Для аналізу просторової мінливості щільності забудови скласти групи значень для подальшої статистичної обробки. Число груп не повинно перевищувати число ізоплет.

Для цього необхідно визначити площі між ізоплетами і виразити їх у частках від загальної – у % від площі листа карти, в межах якої проведені ізоплети.

Результати представити у формі таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Розподіл частот: доля щільності міської забудови

Від загальної площі досліджуваної території

№	Статистичні групи					
	Статистичні показники	<3,0	3,1-6,0	6,1-9,0	...	>15,0
1	2	3	4	5	6	7
2	Площа розповсюдження щільності міської забудови групи, га	189,0	65,3	41,9	...	12,7
3	Відносна площа, %	49,7	17,0	10,9	...	3,3
4	Відносна площа наростаючим підсумком, %	49,3	66,3	77,2	...	100,0

Для більшої наочності про розподіл частот щільності міської забудови побудувати гістограму розподілу (графік, показуючи частоту над інтервалом кожної групи). На той же графік наносять інтегральні значення частот щільності. Крива на графіку називається кумулятивною кривою, яка показує, з якою імовірністю на даній території зустрічається значення щільності забудови, що дорівнює або менше даного.

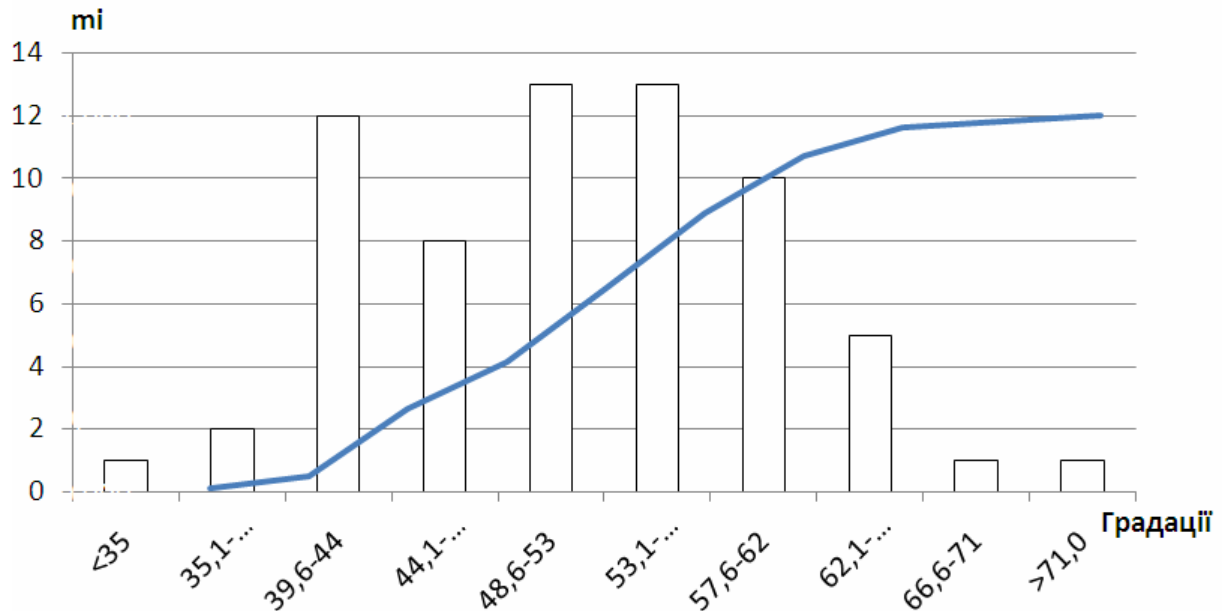


Рис. 2.1. - Гістограма і крива розподілу площ за рівнем ступенем щільності міської забудови

За результатами розрахунків зробити висновки про особливості та причини розподілу щільності забудови в межах досліджуваної території.

Приклад розрахунку

2.2 Завдання для самостійної роботи

Зробити аналіз просторової варіації щільності забудови частини території м. Одеса.

Для проведення розрахунків ми користуємося палеткою розміром 20х20 мм (рис. 1.1). Згідно з масштабом плану, довжина сторони квадрату сітки дорівнює: $64\text{м}/\text{см} \cdot 2\text{см} = 128\text{ м}$. Відповідно, площа квадрату дорівнює $(128)^2 = 16348\text{ м}^2 \sim 1,6\text{ га}$. Результати визначення щільності міської забудови за допомогою палетки представлені в табл. 2.4.

По результатам визначення щільності міської забудови (табл. 2.4), нами був проведений розрахунок просторової ковзаючої середньої отриманого показника (табл. 2.5). Наприклад, для чарунки (2;2) значення ковзаючої середньої щільності міської забудови розраховується таким чином: $(52+18+47+36+68+74+70+23+28)/9 = 46,2$. Це отримане значення ми записуємо в табл. 2.5 в чарунку з координатами (2;2). Далі можна розрахувати значення ковзаючої середньої щільності міської забудови для чарунки (2;3): $(68+47+36+35+78+43+74+70+52)/9 = 55,9$. Отримане значення заносимо в табл. 2.5 в чарунку з координатами (2;3). За такою схемою проводимо розрахунок ковзаючої середньої щільності для 64 центральних чарунок.

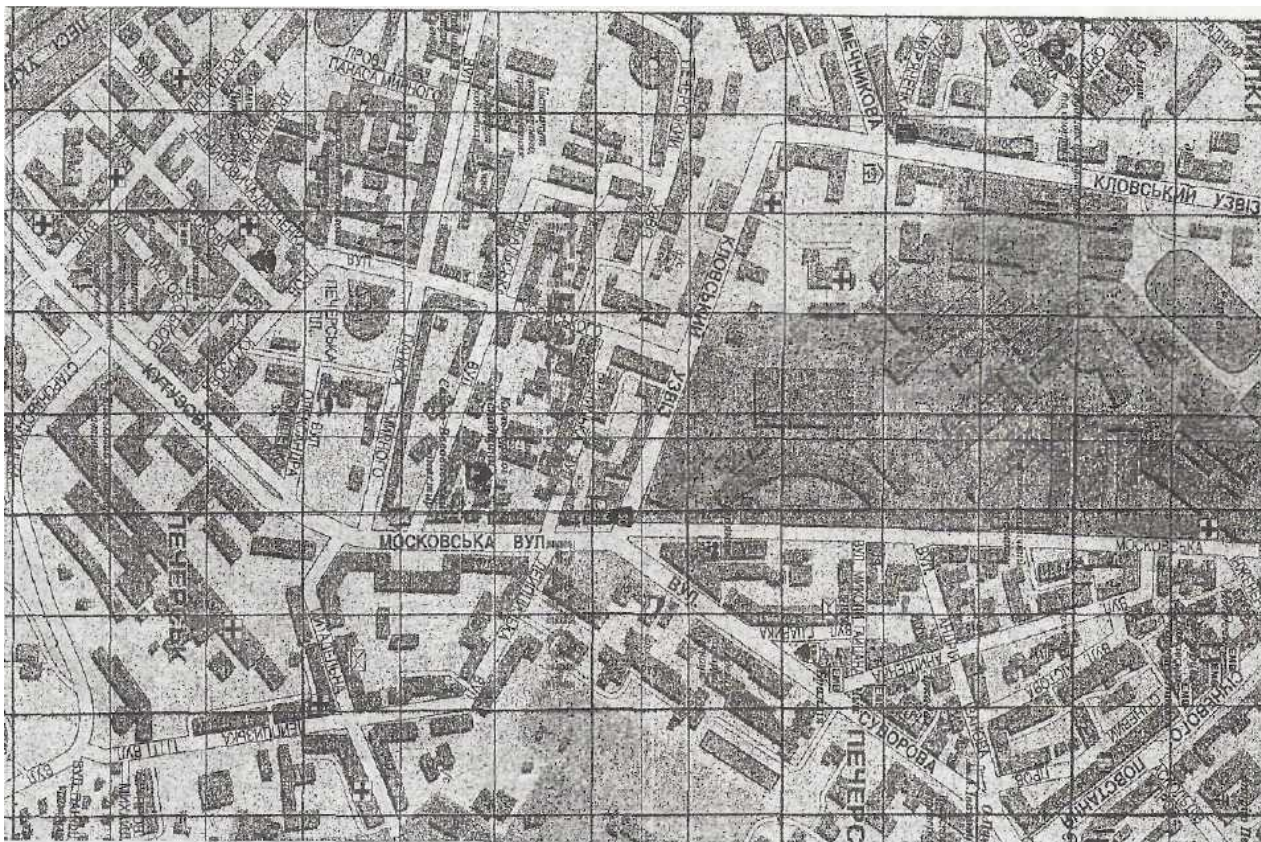


Рис. 2.1 - План ділянки Печерського району (м. Київ) та палетка

Таблиця 2.4 - Щільність міської забудови, га **варіант 1**

Ряди сітки	Стовпці сітки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	18	47	36	35	65	28	51	37	41	58
2	28	52	68	78	70	35	58	24	28	55
3	23	70	74	43	60	60	63	36	21	70
4	20	42	72	34	56	64	61	43	32	65
5	45	48	45	28	68	68	70	58	56	41
6	30	75	35	32	47	61	26	65	54	58
7	12	28	48	46	52	44	57	62	49	64
8	10	20	45	40	31	11	3	12	32	66
9	65	64	20	60	61	24	55	37	15	72
10	48	11	68	80	80	73	76	75	52	72

Отримані значення просторової ковзаючої середньої (табл. 2.5) ми наносимо на сітку квадратів (палетку), відносячи значення показника у чарунці таблиці до середини відповідного квадрату сітки. Координати чарунок і квадратів повинні збігатися. Далі знаходимо максимальне та мінімальне значення ковзаючої середньої щільності міської забудови:

Таблиця 2.5 - Значення ковзаючої середньої щільності міської забудови, %

Ряди сітки	Стовпці сітки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	46,2	55,9	58,8	52,7	54,4	43,6	39,9	41,1	–
3	–	49,9	59,2	61,7	55,6	58,6	49,3	40,7	41,6	–
4	–	48,8	50,7	53,3	53,4	63,3	57,7	48,9	46,9	–
5	–	45,8	45,7	46,3	50,9	57,9	57,3	51,7	46,2	–
6	–	40,7	42,8	44,6	49,6	54,8	56,8	55,2	56,3	–
7	–	33,7	41,0	41,8	40,4	36,9	37,9	40,0	51,3	–
8	–	50,3	58,3	44,6	50,9	58,1	42,6	53,3	59,6	–
9	–	51,8	57,7	64,6	64,8	57,2	64,9	72,7	55,9	–
10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

$X_{max} = 72,7\%$; $X_{min} = 33,7\%$. За формулою (2.1) розраховуємо перетин ізоплет:

$$C = \frac{72,7 - 33,7}{5 \cdot \log 64} = 4,32, \quad (2.1)$$

Вибір кількості на кроку ізоплет обирається з урахування вищезазначених умов: по-перше, кількість ізоплет має бути не більш ніж 9; по-друге, значення першої ізоплети має бути більшим за 33,7 %, а останньої - меншим за 72,7.

Для зручності візьмемо значення першої ізоплети $X_x \sim 35,0$. А перетин (крок) ізоплет $C = 4,5$. Кількість ізоплет - вісім. Тоді числове значення другої ізоплети буде: $35,0 + 4,5 = 39,5$; наступної - $39,5 + 4,5 = 44,0$ і т.д. Значення останньої ізоплети дорівнює 71,0. Отже, умови вибору кількості та числових значень ізоплет виконуються. Далі, використовуючи сітку квадратів з нанесеними показниками ковзаючої середньої щільності міської забудови та систему ізоплет з різними значеннями показника, будуємо схему ізоплет міської забудови (рис. 2.2). Для цього ми користуємося формулами:

$$l_{1i} = \frac{X_i - x_1}{k} \quad (2.2)$$

$$l_{2i} = \frac{x_2 - X_i}{k} \quad (2.3)$$

$$k = \frac{x_2 - x_1}{l} \quad (2.4)$$

Наприклад, почнемо побудову схеми ізоплет з нижнього лівого квадрату зі значенням показника $x_l = 33,7$. Сусідніми є квадрати зі значеннями показника $x_2 = 40,7$; $x_3 = 42,8$; $x_4 = 41,0$. Між центрами квадратів, що розглядаються, пройдуть дві ізоплети зі значеннями показника 35,0 та 39,5. По-перше, знайдемо значення k між першим та

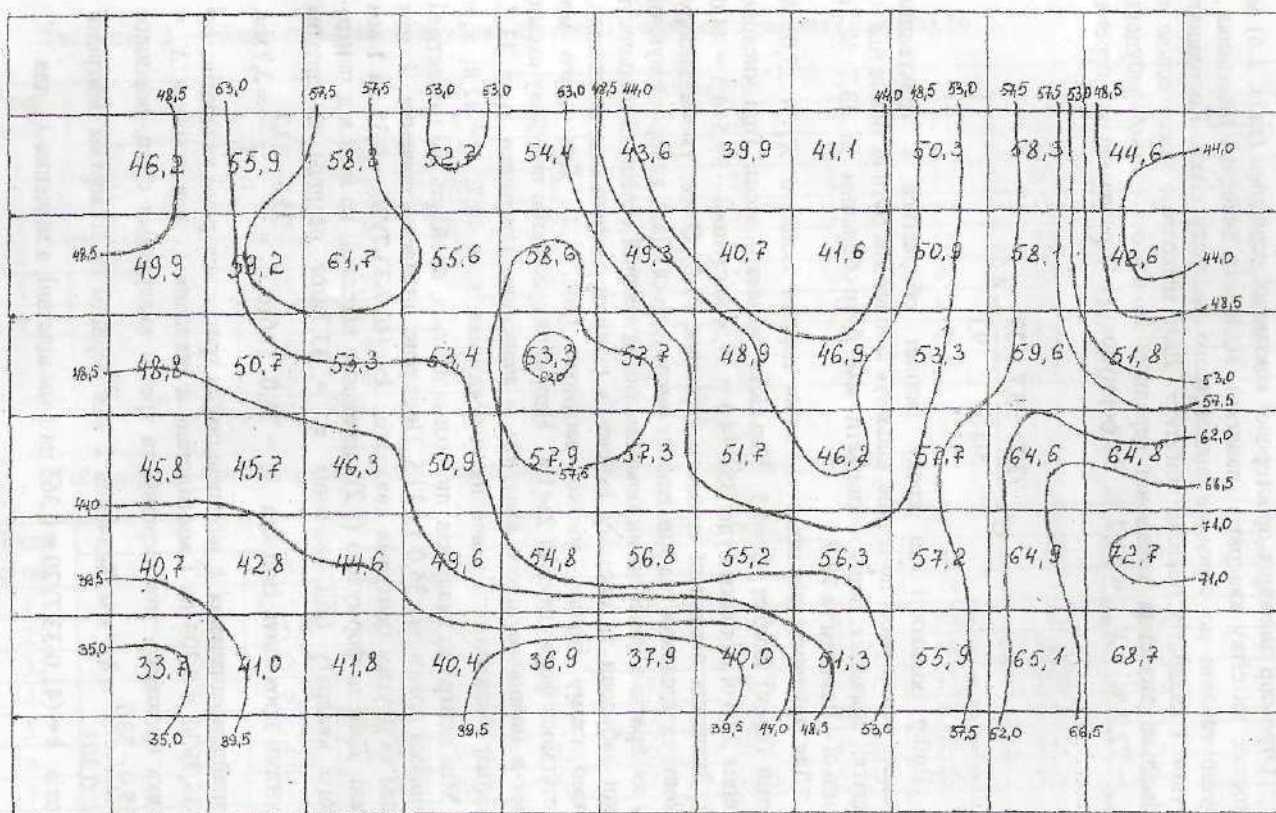


Рис. 1.2 – Схема ізоплет міської забудови ділянки Печерського району (м. Київ)

другим центрами квадратів: $\kappa = (40,7 - 33,7) / 20 = 0,35$ на 1 мм відстані. Далі за формулою (2.3) знаходимо відстань, на якій від центру першого квадрату (від значення x_2 - 33,7) між першим та другим квадратами проходить ізоплета $X_i = 35,0$. Тобто $l_{11} = \frac{35,0 - 33,7}{0,35} = 3,7$ мм. Далі знайдемо значення κ між першим та третім центрами квадратів: $\kappa = (42,8 - 33,7) / 30 = 0,303$ на 1 мм відстані, а значення l_{11} для ізоплети $X_i = 35,0$, яка проходить між першим та третім квадратами сітки, дорівнює $l_{11} = \frac{35,0 - 33,7}{0,303} = 4,3$ мм. Значення κ між першим та четвертим центрами

квадратів: $\kappa = (41,0 - 33,7) / 20 = 0,365$ на 1 мм відстані, а значення l_{11} для ізоплети $X_i = 35,0$, яка проходить між першим та четвертим квадратами сітки, дорівнює $l_{11} = \frac{35,0 - 33,7}{0,365} = 3,6$. Отже, перша ізоплета $X_x - 35,0$

проходить між центрами першого та другого квадрату, першого та третього, першого та четвертого квадратів на відстані 3,7 мм; 4,3 мм та 3,6 мм від центру першого. Таким чином проводимо наступні ізоплети.

Використовуючи схему ізоплет міської забудови (рис. 2.2), розраховуються показники для оцінки розподілу щільності міської забудови, що наведені у табл. 2.3. Статистичні групи відповідають обраній

системі ізоплет: тобто перша статистична група характеризується щільністю міської забудови менше 35,0 (це значення першої ізоплети), друга - від 35,1 до 39,5 (тобто від чисельного значення першої ізоплети до значення другої, або інтервал між першою та другою ізоплетами) і т.д. Для розрахунку площі розповсюдження щільності міської забудови в окремому діапазоні зміни цього показника (тобто в межах окремої статистичної групи) необхідно, використовуючи схему ізоплет (рис. 2.2), підрахувати, скільки квадратів та їхніх частин знаходиться між ізоплетами, що є межами даної статистичної груп, та помножити на масштаб кожного квадрату. Наприклад, кількість квадратів зі значенням площі міської забудови, що менше 35,0 %, дорівнює 0,7. Тоді значення площі розповсюдження щільності міської забудови, що менше 35,0 %, дорівнює: $0,7 * 1,6 \text{ га} = 1,12 \text{ га}$. Для розрахунку відносної площі розповсюдження щільності міської забудови необхідно поділити отримане значення площі розповсюдження міської забудови (що розраховане в 1-му рядку табл. 2.3) на площу всієї ділянки, що розраховується як добуток кількості квадратів сітки та площі кожного квадрату ($64 \text{ квадрати} * 1,6 \text{ га} = 102,4 \text{ га}$).

Відносна площа розповсюдження щільності міської забудови наростаючим підсумком (3-й рядок табл. 2.6) розраховується наступним чином. Починаючи з останньої градації (кінцевого стовпчика табл. 2.3; статистична група «>71,0»), перше значення показника, що розраховується, записується без змін у 3-й рядок, тобто відносна площа наростаючим підсумком по статистичній групі «>71,0» буде дорівнювати 1,2 %. Значення відносної площі наростаючим підсумком для наступних статистичних груп розраховується таким чином: до значення показника, що розраховується, попередньої статистичної групи (3-й рядок табл. 2.6) додається значення відносної площі розповсюдження міської забудови тієї статистичної групи, для якої проводимо розрахунок (2-й рядок табл. 2.6). Для «66,6-71,0»: $1,2 + 3,5 = 4,7 \%$; для «62,1-66,5»: $4,7 + 3,9 = 8,6 \%$ і т.д.

Для розрахунку статистичних показників розподілу щільності міської забудови (табл. 2.7) необхідно користуватися сіткою квадратів, в кожному з яких вписане значення щільності міської забудови (рис. 2.2).

Для розрахунку інтервальних частот (m_i) необхідно підрахувати кількість квадратів зі значенням показника в межах даної статистичної групи. Наприклад, для градації «< 35,0» це буде 1 квадрат ці значенням щільності міської забудови 33,7 % - m_i : відповідно, дорівнює 1, інтервальна частість наростаючим підсумком розраховується так само, як для відносної площі наростаючим підсумком, але розрахунок починають з першої градації, тобто з «< 35,0».

По даним табл. 2.6 будуються гістограма (по значенням m_i) та огіва (позначенням Σp_i) рис. 2.3.

Таблиця 2.6 – Оцінка розподілу щільності міської забудови на ділянці Печерського району (м.Київ)

№	Показники	Статистичні групи									
		<35,0	35,1-39,5	39,6-44,0	44,1-48,5	48,6-53,0	53,1-57,5	57,6-62,0	62,1-66,5	66,6-71,0	>71,0
1	Площа розповсюдження щільності міської забудови даної групи, га	1,12	4,16	19,52	15,20	21,76	21,12	13,6	4,16	3,68	1,28
2	Відносна площа розповсюдження щільності міської забудови, %	1,1	3,9	18,5	14,4	20,6	20,0	12,9	3,9	3,5	1,2
3	Відносна площа наростаючим підсумком, %	100,0	98,9	95,0	76,5	62,1	41,5	21,5	8,6	4,7	1,2

Таблиця 2.7 – Статистичні показники розподілу щільності міської забудови на ділянці Печерського району (м.Київ)

№	Показники	Статистичні групи									
		<35,0	35,1-39,5	39,6-44,0	44,1-48,5	48,6-53,0	53,1-57,5	57,6-62,0	62,1-66,5	66,6-71,0	>71,0
1	Інтервальна частота, m_i	1	2	12	8	13	13	10	5	1	1
2	Інтервальна частість, p_i	0,015	0,030	0,182	0,121	0,197	0,197	0,152	0,076	0,015	0,015
3	Інтервальна частість наростаючим підсумком, Σp_i	0,015	0,045	0,227	0,348	0,545	0,742	0,894	0,970	0,985	1,000

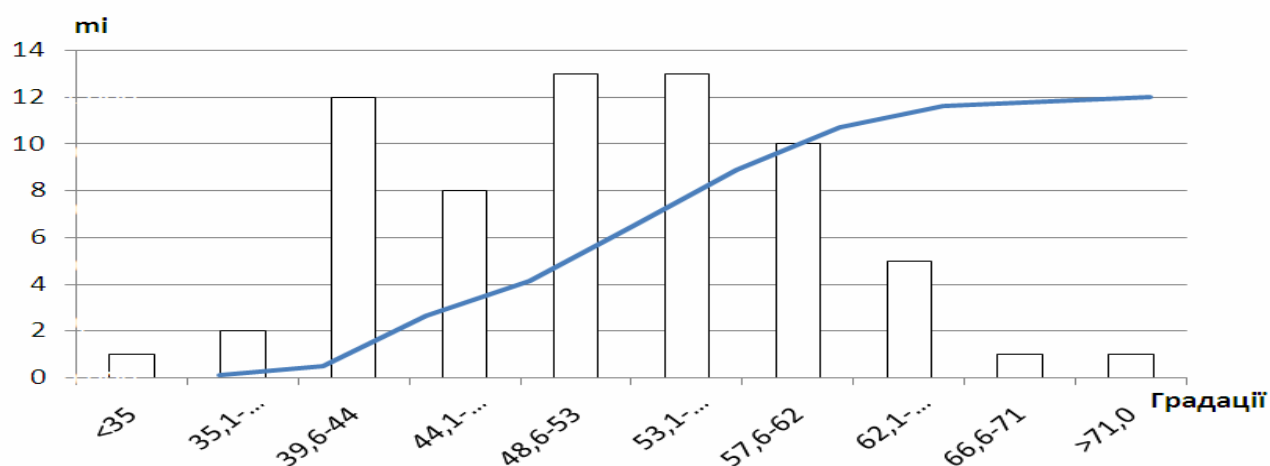


Рис. 2.3 – Гістограма і крива розподілу площ за рівнем ступенем щільності міської забудови

Вихідні дані:Таблиця - Щільність міської забудови, га **варіант 2**

Ряди сітки	Стовпці сітки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	15	15	34	0	0	0	0
2	0	0	0	6	14	44	85	0	0	0
3	0	0	14	12	1	10	76	42	0	0
4	0	5	7	5	2	39	42	10	10	0
5	15	0	0	0	0	0	5	41	0	0
6	11	13	82	27	6	5	4	0	0	0
7	2	57	34	77	20	7	5	0	0	0
8	112	96	51	68	15	17	22	14	12	0
9	69	81	40	0	10	0	0	10	10	0
10	69	81	40	0	0	0	10	10	10	14

Таблиця - Щільність міської забудови, га **варіант 3**

Ряди сітки	Стовпці сітки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	54	58	0	0	0	10	0	0	0	10
3	0	19	166	156	18	0	34	53	0	0
4	6	12	22	14	9	93	12	10	5	0
5	111	0	82	10	14	4	10	0	0	0
6	151	96	0	41	3	133	6	7	8	0
7	116	184	63	20	47	32	0	0	0	0
8	142	162	154	14	47	36	56	15	10	0
9	85	177	94	91	77	68	19	1	16	24
10	147	111	143	136	160	184	157	59	74	36

Таблиця - Щільність міської забудови, га **варіант 4**

Ряди сітки	Стовпці сітки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	129	127	145	142	111	108	117	81	94	14
2	101	186	226	179	166	133	175	164	173	32
3	149	155	116	188	93	97	116	133	185	12
4	128	156	108	182	129	167	187	142	157	98
5	71	114	100	49	22	71	97	54	90	60
6	0	8	35	51	6	62	125	50	84	51
7	0	0	38	99	78	113	102	59	79	144
8	60	0	0	62	118	114	144	152	149	46
9	18	0	134	79	66	145	68	65	79	110
10	112	102	110	73	72	65	96	140	61	64

Таблиця - Щільність міської забудови, га **варіант 5**

Ряди сітки	Стовпці сітки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	125	102	136	81	185	138	124	200	211	78
2	90	50	128	218	206	101	196	178	163	35
3	141	132	105	106	103	112	154	155	110	92
4	106	24	117	62	6	91	100	98	70	105
5	56	0	0	25	58	114	95	48	92	59
6	78	0	0	0	149	63	69	83	73	68
7	0	0	0	19	123	120	78	69	56	78
8	154	0	0	14	18	32	65	78	89	75
9	183	0	0	0	17	140	39	81	84	56
10	40	0	0	0	0	54	59	68	69	74

Таблиця - Щільність міської забудови, га **варіант 6**

Ряди сітки	Стовпці сітки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	40	56	59	12	0	0	0
2	0	0	0	76	132	0	16	10	22	24
3	0	0	0	0	11	43	0	22	23	27
4	14	67	18	82	40	0	11	3	21	25
5	86	70	45	54	0	0	26	28	29	31
6	97	56	61	132	0	0	0	0	54	35
7	89	48	112	0	0	0	0	30	54	55
8	66	7	24	0	0	0	16	18	20	19
9	72	84	92	63	0	0	12	14	16	18
10	0	0	94	67	0	0	37	10	14	16

Таблиця - Щільність міської забудови, га **варіант 7**

Ряди сітки	Стовпці сітки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	19	19	43	46	0	0	0	0	2
2	0	32	34	56	64	40	1	22	9	0
3	22	85	56	52	62	58	4	93	72	5
4	72	78	40	76	78	52	102	61	39	12
5	66	90	108	78	77	72	58	65	8	15
6	82	62	74	55	60	62	70	33	21	1
7	70	84	11	39	81	75	64	45	24	9
8	65	18	82	23	76	68	32	21	28	15
9	68	45	4	52	70	58	64	65	21	9
10	98	48	8	80	56	27	25	46	76	21

Таблиця - Щільність міської забудови, га **варіант 8**

Ряди сітки	Стовпці сітки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	37	58	56	55	66	78	61	16	52	22
2	60	84	92	60	18	30	36	0	16	12
3	72	96	76	70	20	24	38	44	4	16
4	62	243	171	96	104	281	114	28	178	215
5	202	168	41	233	173	160	138	48	44	204
6	129	91	103	209	141	172	180	162	178	301
7	318	211	309	365	267	286	203	155	240	128
8	122	157	195	289	305	270	163	122	153	258
9	157	195	284	321	274	252	105	201	299	311
10	267	340	235	3297	138	159	0	106	159	195

Таблиця - Щільність міської забудови, га **варіант 9**

Ряди сітки	Стовпці сітки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	185	291	233	257	289	222	88	305	237	164
2	174	154	279	143	369	307	283	257	201	178
3	244	319	248	163	241	270	310	315	270	146
4	163	263	182	177	74	187	288	334	232	224
5	232	268	292	305	203	253	232	193	165	230
6	247	199	137	201	257	172	215	243	340	217
7	217	244	306	211	380	299	304	305	235	227
8	35	43	130	115	87	99	34	115	118	113
9	120	348	340	215	77	46	23	111	110	109
10	128	230	87	190	127	18	18	14	18	24

Таблиця - Щільність міської забудови, га **варіант 10**

Ряди сітки	Стовпці сітки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	34	248	350	244	120	244	106	87	14	21
2	87	218	314	215	314	248	352	354	96	28
3	93	185	153	168	365	348	368	218	393	98
4	87	215	173	247	348	393	136	140	148	64
5	63	144	315	77	89	149	99	144	216	36
6	65	99	87	14	23	67	371	240	367	77
7	38	113	238	319	130	9	237	130	240	31
8	98	144	362	387	214	318	78	53	63	14
9	62	47	89	86	213	110	261	144	286	57
10	32	72	148	86	74	68	14	63	263	48

Контрольні запитання

1. Що таке щільність забудови?»?
2. Яким чином щільність забудови впливає на екологічний стан селітебних територій?
3. Яким чином готуються вихідні дані?
4. Яким чином відбувається інтерполяція даних?
5. Що таке «ізоплета».
6. Як визначити кількість та крок ізоплет?
7. Як розрахувати відносну площу під ізоплетою?
8. Як за кумулятивною кривою визначити площу території з певною характеристикою щільності забудови?
9. Як розрахувати середню скловзаючу?

Пробний тест за результатами виконання практичних робіт

Вибрати правильні відповіді

- 1. Збільшення щільності забудови спричиняє:**
 1. Збільшення площі зеленої зони.
 2. Погіршення екологічного стану міста.
 3. Покращення інсоляції.
- 2. Ізоплета представляє собою:**
 1. Лінію однакової інсоляції.
 2. Результат системного аналізу.
 3. Лінію однакової щільності забудови.
- 3. Площа розповсюдження щільності міської забудови представляє собою:**
 1. Площу району міста.
 2. Площу відповідно щільності забудови між ізолініями.
 3. Площу досліджуваної території.

3 ОЦІНКА СЕРЕДОВИЩЕУТВОРЮЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МІСТА

3.1 Загальні положення

Рослинність робить урбоекосистему повноцінною екосистемою, а наявність мережі зелених насаджень у місті стає умовою виживання людини.

Окрім традиційних функцій, що виконуються рослинним блоком в будь-якій екосистемі, а саме – виробництво первинної продукції в результаті фотосинтезу та формування життєвого простору для консументів й редуцентів, - в урбоекосистемі суттєве значення набувають такі функції рослинності як:

- Охолодження міського «острова тепла» за рахунок збільшення альbedo поверхні і транспірації;
- стабілізація вітрового режиму, «розвантаження» повітряних мас;
- збільшення відносної вологості повітря;
- виділення кисню в атмосферу;
- збільшення концентрації негативно заряджених іонів в атмосфері над деревно-чагарниковими насадженнями;
- виділення біологічно активних речовин, що пригнічують розвиток патогенних агентів в атмосфері;
- поглинання забруднюючих атмосферне повітря пилу і газів;
- зниження рівня шуму внаслідок поглинання енергії, що викликає його механічні коливання;
- затримання частини опадів і зменшення поверхневого стоку;
- укріплення сипких ґрунтів;
- поліпшення візуальних властивостей урбанізованих ландшафтів.

У відповідності з цими функціями відбувається відбір деревинних й чагарникових порід [1]. Головними принципами створення насаджень у різних функціональних зонах міста є:

- принцип комплексності (рослинні системи проектуються, створюються та використовуються для досягнення не одної ,а комплексу фітомеліоративних цілей (зменшення вмісту забруднювальних речовин у атмосферному повітрі та зниження рівня шуму);
- принцип відповідності (відповідності складу та структури рослинного угруповання(фітоценозу) типу умов зростання);
- екологічний та лісотипологічний (видовий склад фітоценозів формується з урахуванням властивостей ґрунту (механічного складу, вмісту гумусу, засолення, кислотності, зволоженості та ін.), відповідає лісгосподарському району та стійкі до промислового забруднення);
- філогенетичний та біосистематичний (філогенетично близькі таксони займають ідентичні екологічні ніши (створюються монокультурні парки і сади з дерев різних видів одного роду);

- естетичний (використовуються переважно у архітектурно-планувальній, рекреаційній фітомеліорації при створенні пейзажних елементів насаджень).

Зелені зони міст можуть мати різне призначення, структуру та статус.

Ліс – тип біогеоценозів, рослинний покрив якого сформований з перевагою дерев, що займають площу не менш 0,01 га, із зімкнутістю пологу не менш 30%, з особливим мікрокліматом у поверхні й ґрунтовими умовами, що задовольняють вимогам специфічного угруповання організмів, що його населяють.

Зелена зона – територія за межами міської смуги, зайнята лісами й лісопарками, що виконують захисні та санітарно-гігієнічні функції і є місцем відпочинку населення.

Лісопарк – широкий природний ліс поблизу крупного міста або всередині його, який пристосований для масового відпочинку, спорту, розваг та задоволення культурних потреб населення.

Правовий режим лісів, групи і категорії захисту, їх господарське використання визначені Лісовим кодексом України.

Для міст, де відсутні природні ліса і інші насадження, ліса зелених зон створюються штучно на землях, непридатних для ведення сільського господарства.

У міських і сільських поселеннях слід передбачити безперервну систему озеленення територій.

Зовнішні межі комплексної зеленої зони треба проводити по межах земле користувань, природних рубежах, транспортних магістралях.

При функціональному зонуванні комплексної зеленої зони виділяють: території загального користування, території обмеженого користування та спеціального призначення (табл.3.1).

Питома вага озелених територій різного призначення в межах забудови міст (рівень озеленення) повинна мати не менш 40% для районів ІІВ (табл.3.2.); 45% - ІІІВ, Б і 50% ІVВ2.

Площу озелених територій загального користування (парків, садів, скверів, бульварів) приймають у відповідності до таблиці 3.3. У структурі озелених територій загального користування великі парки, парки площею понад 100 га і лісопарки площею 500 га і більше повинні становити не менш 10%.

Нормативи розмірів загальної площі зелених зон міст установлюють виходячи із чисельності населення міста, природно-кліматичної зони й загальної лісистості території (табл.3.1). В залежності від місцевих санітарних та кліматичних умов допускається зміна розмірів зелених зон не більш, ніж на 15% від нормативно установлених.

Таблиця 3.1. – Рекомендована номенклатура структурних елементів території комплексної зеленої зони міста

Основні структурні елементи території	Складові структурних елементів	Функціональна належність
Ландшафтно-рекреаційні території: загальноміські Житлових районів	Міські сади і парки, спеціалізовані парки – дитячі, спортивні, виставкові, зоологічні та ін., ботанічні сади, сквери, бульвари; Парки і сади житлових районів і між кварталні сквери, бульвари, пішохідні зв'язки	Загального користування -«-
Вулиці, дороги, площі	Ділянки зеленого будівництва і господарства швидкісних доріг, магістральних вулиць і доріг, вулиць місцевого призначення, периметрального обсаджень площ, ділянки зеленого будівництва і господарства транспортних розв'язок і автостоянок	Спеціального призначення
Житлові квартали	Ділянки зеленого будівництва і господарства у житлових кварталах і мікрорайонах без споруд, проїздів, майданчиків і фізкультурних майданчиків	Обмеженого користування
Промислові території, санітарно-захисні зони	Ділянки зеленого будівництва і господарства на промислових, комунально-складських територіях, санітарно-захисні зони	Обмеженого користування і спеціального призначення
Інші території	Ділянки зеленого будівництва і господарства установ і підприємств обслуговування (дитячі дошкільні установи, загальноосвітні школи, навчальні заклади, установи охорони здоров'я, будинки-інтернати, спортивні споруди, установи культури й мистецтва, підприємства торгівлі, громадського харчування й побутового обслуговування, установи комунального господарства (кладовищ, крематоріїв, квітникарських господарств), ліній високовольтної передачі, лісомеліоративних насаджень тощо	Обмеженого користування і спеціального призначення

Таблиця 3.2. – Нормативні показники рівня озеленення різних структурних елементів у межах міста, %

Структурні елементи	Рівень озеленення, %
1. Озеленені території загального користування	
Міські парки	65-80
Дитячі парки	40-55
Спортивні парки	15-30
Меморіальні парки	30-65
Зоологічні парки	15-40
Ботанічні сади	40-70
Сквери	75-85
Бульвари	60-75
2. Озеленені території обмеженого користування	
Житлові райони	Не менш 25
Ділянки шкіл	45-50
Ділянки дитячих установ	45-55
Ділянки громадських будинків	Не менш 40
Ділянки навчальних закладів	Близько 50
Ділянки культурно-освітніх установ	40-60
Ділянки спортивних пристроїв і споруд	30-50
Ділянки установ охорони здоров'я	55-65
Озеленені території спеціального призначення: На вулицях Біля СЗЗ та охоронних зон	Не менш 25 60-80

Таблиця 3.3.- Нормативи площі озеленення територій загального користування

Озеленені території загального користування у межах міста	Групи міст за кількістю населення, тис.чол.	Площа озелених територій, м ² /чол..			
		Полісся, Закарпаття, Прикарпаття II В-1, II В-4	Лісостеп II В-2, II В-2	Степ, III В, III Б	Південний берег Криму IV В-2
загальноміські	100-1000 і більше	10	11	12	15
	50-100	7	8	9	11
	До 50	8(10)	9(11)	10(12)	12(15)
	Сільські поселення	12	13	14	17
Житлових районів	100-1000 і більше	6	6	7	8
	50-100	5	5	6	7
<i>Примітка 1.</i> У містах, де розміщуються промислові підприємства I та II класу шкідливості, наведені норми слід збільшувати на 15-20%; У містах , де розміщуються залізничні вузли, наведені норми слід збільшувати на 5-10%; У середніх, малих містах і сільських поселеннях, розміщених в оточенні існуючих лісів, у прибережних зонах великих річок і водойм, наведені норми можна зменшити, але не більше як на 20%. <i>Примітка 2.</i> У дужках наведені розміри для малих міст з кількістю населення до 20 тис.чол.					

Таблиця 3.4. – Установлення площі зеленої зони міста, га/1000 чол.

Лісо- рослинна зона	Лісис- тість, %	Міста з населенням, тис. чол.					
		500-1000	250-500	100-250	100-50	50-10	до 10
Змішан- их лісів	>25	200	165	125	105	70	55
	20-25	160	130	100	85	55	45
	15-20	135	110	85	70	50	40
	10-15	90	75	55	50	30	25
	5-10	60	45	35	30	20	15
	<5	30	25	20	17	11	10
Широ- колист- яних лісів	>25	220	180	135	120	80	65
	20-25	175	140	110	95	65	50
	15-20	145	120	90	80	55	45
	10-15	100	80	60	55	35	30
	5-10	65	50	40	35	25	20
	<5	35	30	20	19	13	10
Лісо- степова і степова	>15	160	130	100	85	60	45
	10-15	110	90	70	60	40	30
	5-10	70	55	45	35	25	20
	5-3	40	30	25	20	14	11
	<3	25	20	16	14	9	7

Для міст з населенням більше 1 млн чоловік зелені зони виділяються за окремими проектами, що розробляються науковими проектно-дослідними лісобудівними установами і організаціями. Розміри лісопаркової зони встановлюються в залежності від чисельності населення міста (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Визначення розмірів лісопаркової частини зеленої зони міста

Чисельність населення міста, тис. чол.	Розмір лісопаркової частини зеленої зони, га/1000 чол.
Більше 500 до 1000	25
Більше 250 до 500	20
Більше 100 до 250	15
до 100	10

У лесостеповій і степовій лісорослинних зонах за лісистості 2% та нижче лісопаркову частину складає вся площа лісів зеленої зони міста.

Оцінка середоутворюючих властивостей здійснюється шляхом оцінки площі рослинного покриву в межах міста і в радіусі 10км від кордонів міста.

Характеристика рослинного покриву включає опис різних видів рослинності у відповідності з їх приналежністю до певних структурних елементів та призначення.

Визначається сумарна площа зелених насаджень загального користування в межах міста і у перерахунку на одного чоловіка, до яких належать рослинність парків, скверів, лісопарків, вулиць і дворів. По карті міста визначається розподіл об'єктів зеленої зони.

Між середоутворюючими ресурсами міста і його приміської зони існує зв'язок: за низької лісистості оточуючої зони (менш 50%) внутрішньоміські масиви повинні бути особливо великі (не менш 35% загальної площі міста). За високої лісистості приміської зони (більш 50%) внутрішньоміські зелені насадження можуть займати 15-20% площі.

3.2 Завдання для самостійної роботи

Оцінити середовищедоутворюючі властивості міста (достатність розмірів зеленої зони) і надати рекомендації з розвитку зелених зон міста та передмістя, використовуючи таблицю вихідних даних (табл.3.6).

Питання самоконтролю

1. Які функції зелених насаджень у місті?
2. Які головні принципи створення зелених насаджень?
3. У чому полягає принцип комплексності?
4. У чому полягає принцип відповідності?
5. У чому полягає принцип екологічності та лісотипологічний?
6. У чому полягає принцип біосистематичний та філогенетичний?
7. Що таке «ліс».
8. Що таке «Зелена зона».
9. Що таке «лісопарк».
10. Функціональна належність зелених зон основних структурних елементів території.
11. Які фактори впливають на норми озеленення.
12. Зелені зони загального користування.
13. Зелені зони обмеженого користування.

14. Зелені зони спеціального призначення.

Таблиця 3.6 – Вихідні дані

Варіант	Площа міста, тис. га	Площа передмістя, тис. га	Кількість мешканців, тис. чол.	Площа садово-огородних масивів, га	Площа лісопаркових насаджень, га
1	85	40	5,0	30	16
2	90	345	25,0	44	30
3	120	645	120	35	40
4	150	753	160	45	63
5	110	513	140	20	30
6	95	462	100	31	15
7	70	321	130	24	10
8	76	354	120	37	-
9	100	621	200	20	65
10	150	852	250	30	48

Продовження таблиці 3.6

Варіант	Площа необроблених околиць міста га	Площа сільсько-господарських культур га	Площа парків, скверів, га	Площа зелених насаджень СЗЗ підприємств, га	Площа зелених насаджень вулиць і дворів, га
1	10	34	120	40	15
2	11	41	90	30	16
3	9	21	130	50	12
4	8	50	180	30	16
5	12	15	160	60	14
6	10	30	120	70	13
7	4	25	150	20	8
8	5	25	130	40	9
9	9	31	160	80	13
10	12	40	180	70	15

Пробний тест за результатами виконання практичних робіт
Вибрати всі правильні відповіді

1. Принципами підбору рослинних видів у місті є:

1. Екологічний.
2. Біоценотичний.
3. Фітонцидний.
4. Декоративний.
5. Оригінальний.
6. Флористичний.

2. До зелених зон спеціального призначення належать:

1. Парки, сквери.
2. СЗЗ підприємств.
3. Кладовища.
4. Санаторії, дома відпочинку.
5. Школи та садочки.

3. На норму озеленення міста впливає:

1. Кліматична зона розташування міста.
2. Щільність забудови.
3. Кількість населення.
4. Тип ґрунту.
5. Тип зелених зон за призначенням.

4 ПРОГНОЗУВАННЯ РІЧНОГО НАКОПИЧЕННЯ ТПВ

4.1 Загальні положення

Кількість відходів, що утворюються у місті за добу або за рік, визначається на основі норм накопичення ТПВ за розрахункову одиницю часу. Для житлових будівель норми накопичення встановлюються на 1 чол., культурно-побутових об'єктів – на 1 місце, магазинів й складів – на 1 м² торгової площі. Норми накопичення, як і склад ТПВ, залежать від ступеню благоустрою житлового фонду, кількості поверхів, виду палива, а також розвитку громадського харчування, культури, торгівлі, ступеня добробуту.

За наявності у домах сміттєпроводів норма накопичення збільшується на 20-25% у зв'язку із сприятливими умовами для швидкого видалення відходів в будь-який час доби за виключенням неорганізованого скиду змету й харчових відходів у каналізацію. Відсутність каналізації призводить до зволоження відходів, підвищення їх середньої щільності і збільшенню загальної маси ТПВ. Загальна маса збільшується також за використання у місцевому опаленні замість дров кам'яного та бурого вугілля, при спалюванні якого зола і шлак складають відповідно 10-15 і 25-30% й більше. При збільшенні площі зелених насаджень та покриттів проїздів і тротуарів на об'єкті, що обслуговується (більше 4-12 і 2-5 м² на 1 мешканця) необхідно додавати до норм накопичення додатковий дворовий змет. При організації роздільного збору слід враховувати орієнтовне зменшення норми накопичення побутового сміття на 1 чол. за рік: на 35 кг і більше при відборі харчових відходів і на 20 кг - при відборі вторинної сировини.

Норми накопичення потребують періодичного перегляду і уточнення не ріже 1 разу в п'ять років. Фактичні норми встановлюють у відповідності до результатів сезонного обслідування об'єктів утворення відходів впродовж року. Для визначення кількості відходів підбирають житлові мікрорайони з однаковим ступенем благоустрою. Добову норму накопичення на 1 людину за об'ємом, л/чол, та масою, кг/чол за сезон визначають за формулами:

$$V_{cc} = V_o / N_t \text{ и } M_c = M_o / N_t , \quad (4.1)$$

де V_{cc} – добове накопичення відходів (за об'ємом), л/чол.;

M_c – те ж (за масою), кг/чол.;

V_o – об'єм видалених відходів за період, л;

M_o – маса видалених відходів за період, кг;

t – тривалість періоду, впродовж якого проводять виміри.

Добову норму накопичення в середньому за рік за об'ємом V_c , л/чол., M_c , кг/чол., розраховують таким чином:

$$V_c = (V_{cc^3} + V_{cc^B} + V_{cc^Л} + V_{cc^o}) / 4; \quad (4.2)$$

$$M_c = (M_{cc^3} + M_{cc^B} + M_{cc^Л} + M_{cc^o}) / 4, \quad (4.3)$$

де V_{cc^3} , V_{cc^B} , $V_{cc^Л}$, V_{cc^o} – середньосезонні добові норми відповідно зимою, весною, влітку, восени (за об'ємом), л/чол.;

M_{cc^3} , M_{cc^B} , $M_{cc^Л}$, M_{cc^o} – те ж (за масою) кг/чол.

Середню щільність відходів γ визначають за формулою:

$$\gamma = M / V, \text{ кг/л або кг/м}^3. \quad (4.4)$$

Коефіцієнти добової нерівномірності накопичення відходів за об'ємом та масою розраховують за формулами:

$$k_v = V_{cc \text{ макс}} / V_c; \quad (4.5)$$

$$k_m = M_{cc \text{ макс}} / M_c, \quad (4.6)$$

де $V_{cc \text{ макс}}$ – найбільше добове накопичення відходів за об'ємом, л/чол.;

$M_{cc \text{ макс}}$ – те ж за масою, кг/чол.

Щоб забезпечити презентабельність вибірки при розрахунку норми накопичення ТПВ у містах з населенням більше 500 тис. чол., потрібно дослідити ділянки з охопленням не менш 0,5% населення, у містах з населенням до 300 тис. чол. – ділянки з охопленням 2% населення. Культурно-побутові об'єкти повинні бути представлені, як мінімум, двома найбільш характерними об'єктами. В таблиці 5.1 представлені орієнтовні норми накопичення ТПВ, які використовуються для розрахунків та планування. При організації санітарної очистки у кожному конкретному місті слід визначати фактичні норми у відповідності до наведеної методики.

Прогнозування річного накопичення ТПВ V_p визначає за математичною залежністю:

$$V_p = k_b V_p (1 - e^{-a \cdot x \cdot t}), \quad (4.7)$$

де k_b – понижуючий коефіцієнт, який враховує збір вторинної сировини за рік;

V_p – максимально можливе значення норми накопичення ТПВ за відсутності збору вторинної сировини;

a – показник, що визначає значення V_p на початку розрахунку;

x – коефіцієнт, що визначає темп зростання;

t – час від початку періоду до розрахункового року.

Крім того, річне накопичення крупногабаритних відходів прогнозується на рівні 0,12-0,14 м³/чол. або 24-28 кг/чол. Прогноз накопичення для орієнтовних розрахунків за масою можна визначити методом складних процентів за формулою:

$$M_{пр} = M_{вих} (1 + 0,005)^m, \quad (4.8)$$

де $M_{вих}$ – вихідна маса відходів, кг;

0,005 – коефіцієнт річного зростання накопичення відходів у вагових одиницях;

m – період прогнозування, рік.

В крупних містах з віддаленістю місць знешкодження або поховання відходів більш ніж 15-20 км від районів обслуговування з числом мешканців не менш 80-90 тис.чол, де застосування сміттєвозів малої вантажопідйомності знижує їх виробництво, доцільна організація сміттєперевантажувальних станцій. У цьому випадку збір і транспортування ТПВ відбувається у два етапи:

- 1) збір ТПВ у районах обслуговування малими маневреними збиральними сміттєвозами і доставка їх на сміттєперевантажувальні станції;
- 2) перевантаження ТПВ на сміттєвози великої вантажопідйомності та доставка до полігону або сміттєпереробного заводу.

Потужність сміттєперевантажувальні станції Q , т/доб., розраховують за формулою:

$$Q = N_m M_d k_n, \quad (4.9)$$

де N_m – число мешканців міста або району, що обслуговується, тис.чол.;

M_d – середньодобова норма накопичення відходів ТПВ на 1 мешканця, т;

k_n – коефіцієнт нерівномірності накопичення.

Приклад розрахунку

Завдання : Для розробки перспективної схеми санітарної очистки міста зробити прогноз річного накопичення ТПВ на період прогнозування 20 років, потужність сміттєперевантажувальної станції.
Вихідні дані:

Добова норма накопичення на 1 людину за масою т/чол. – 0.007;
число мешканців міста або району, що обслуговується - 500 тис.чол.;
коефіцієнт нерівномірності накопичення - 1.15;
коефіцієнт, який враховує збір вторинної сировини за рік - 0.75;
максимально можливе значення норми накопичення ТПВ за відсутності збору вторинної сировини - 2.5 мз;
показник, що визначає значення V_p на початку розрахунку - (-0,5);
коефіцієнт, що визначає темп зростання кількості відходів - 0.15;
розрахунковий період - 20 років;
вихідна маса відходів, - 25 кг;
коефіцієнт річного зростання накопичення відходів у вагових одиницях – 0,005;

1. Прогнозування річного накопичення ТПВ V_p визначає за математичною залежністю (5.7):

$$V_p = 0,75 \cdot 2,5 \cdot (1 - e^{0,5 - 0,15 \cdot 20}) = 1,72 \text{ м}^3.$$

2. Прогноз накопичення відходів методом складних процентів за формулою (5.8):

$$M_{\text{пр}} = 25 (1 + 0,005)^{20} = 27,62 \text{ кг}.$$

3. Потужність сміттєперевантажувальні станції Q , т/доб., розраховують за формулою (5.9):

$$Q = 0,007 \cdot 500000 \cdot 1,15 = 4025 \text{ т/доб.}$$

Висновок: В результаті прогнозування визначили можливі норми накопичення відходів на кінець періоду 20 років. Потужність сміттєперевантажувальної станції повинна відповідати кількості відходів 4025 т на добу.

4.2 Завдання для самостійної роботи

Для розробки перспективної схеми санітарної очистки міста зробити прогноз річного накопичення ТПВ на період прогнозування 20 років, потужність сміттєперевантажувальної станції.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані

№ варіанту	Об'єм річного накопичення ТПВ, м³/чол	Коефіцієнт збору вторинних відходів	Показник початкового об'єму, є	Темп росту, %	Маса накопичення відходів, кг/м³	Чисельність населення, тис.чол.	Коефіцієнт нерівномірності накопичення
1	1,4	0,7	-0,50	0,1	320	50	1,1
2	1,5	0,75	-0,51	0,15	340	100	1,12
3	1,6	0,8	-0,52	0,2	345	150	1,13
4	1,7	0,85	-0,53	0,22	350	200	1,4
5	1,8	0,9	-0,54	0,21	350	250	1,15
6	1,9	0,95	-0,55	0,24	360	300	1,2
7	2,0	0,77	-0,56	0,31	375	350	1,25
8	2,1	0,65	-0,57	0,14	400	400	1,13
9	2,2	0,82	-0,58	0,16	380	450	1,14
10	2,3	0,74	-0,59	0,17	310	500	1,15

Питання самоконтролю

1. Що таке «норма накопичення ТПВ»?
2. Від яких факторів залежить норма накопичення відходів?
3. Яким чином визначається добова норма накопичення відходів?
4. Що визначає коефіцієнт нерівномірності накопичення відходів?
5. З якою метою проводиться прогнозування кількості накопичення ТПВ?
6. Який склад ТПВ?
7. Як відбувається збір відходів?
8. Як відбувається транспортування відходів?
9. Причина необхідності сміттєперевантажувальних станцій?
10. Що враховується при визначенні потужності сміттєперевантажувальної станції?

Пробний тест за результатами виконання практичних робіт
Вибрати всі правильні відповіді

- 1. Нормою є кількість накопичених відходів:**
 1. Мешканцями міста за рік.
 2. Мешканцем міста за добу.
 3. Підприємствами за рік.
- 2. Коефіцієнт нерівномірності накопичення характеризує:**
 1. Накопичення відходів впродовж доби.
 2. Накопичення відходів по території міста.
 3. Накопичення відходів різного складу.
- 3. Яким видом транспорту транспортуються відходи:**
 1. Авіаційним.
 2. Трубопроводним.
 3. Автомобільним.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА

ОЦІНКА ВІНОСУ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН ПОВЕРХНЕВИМ СТОКОМ З УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

1. Загальні положення

Поверхневий стік включає дощові, снігові та поливочні стічні води. Він буває організованим та неорганізованим. Організований поверхневий стік збирається з водозбірної території спеціальними лотками та каналами і надходить в мережу каналізації або прямо у водний об'єкт через випуски зливових вод. Неорганізований поверхневий стік стікає у водний об'єкт за рельєфом місцевості.

Основні джерела забруднення поверхневого стоку на міських територіях є:

- сміття з поверхні покриттів;
- продукти руйнувань дорожніх покриттів;
- продукти ерозії ґрунтових поверхонь;
- викиди у атмосферу промисловими підприємствами, автотранспортом, опалювальними системами;
- виливи нафтопродуктів на поверхню покриттів;
- втрати сипучих та рідких продуктів, сировини, напівфабрикатів;
- ділянки для збору побутового сміття.

Формування поверхневого стоку відбувається під впливом комплексу природних (атмосферні опади, випаровування, фільтрація. Затримання вологи рослинами) і антропогенних (використання водозбірної території, застосування штучних покриттів, технологія миття покриттів) факторів.

Контроль якості поверхневого стоку здійснюється шляхом аналізу проб, які відбирають з дощової або промислово-дощової мережі. Для дощових вод інтервал між відбором проб на початку дощу дорівнює 5-10 хвилин, а в наступний період 20-30 хвилин. Для снігових вод проби відбираються у НДІ сніготанення між 12 і 14 годинами з інтервалом в 30 хвилин.

Оцінку виносу речовин з поверхневим стоком роблять на підставі орієнтовних даних про склад та кількість поверхневого стоку. Кількість дощових та снігових залежить від кількості опадів і характеристики водозбірної території. Для урахування втрат поверхневого стоку (за рахунок фільтрації, випаровування) використовується коефіцієнт стоку (ψ). Цей коефіцієнт дорівнює відношенню кількості води, яка стікає з поверхні у водний об'єкт з одиниці площі в одиницю часу, до кількості опадів на одиницю площі. Його величина для поливомийочних вод приймається 0,6, значення для основних типів поверхонь наведені в таблиці.

Значення коефіцієнту стоку для водозбірної території розраховується як середньозважене для всієї площі за формулою:

$$\Psi = \sum \psi \alpha \quad , \quad (1)$$

де α – вагові коефіцієнти, які дорівнюють за величиною відношенню площі, яку займають даним видом покриття, до загальної площі;

ψ – коефіцієнт стоку для різних видів покриття.

Таблиця 1 - Значення коефіцієнту стоку об'єкт

Вид поверхні	Величина коефіцієнту стоку	
	Дощовий стік	Сніговий стік
Забудовані території	0,6	0,6
Парки, гравійні покриття	0,3	0,6
Водонепроникні поверхні	0,7	0,94
Грунтові поверхні	0,2	0,6
Газони	0,1	0,2

Об'єм снігових вод за рік розраховується за формулою:

$$W_c = 10 \cdot \varphi_c \cdot F \cdot H_c, \quad (2)$$

де φ_c – коефіцієнт стоку снігових вод;

F – площа водозбірної території, га;

H_c – шар опадів за холодний період року, мм.

Об'єм полив очних стічних вод визначається за формулою:

$$W_{пм} = 10 \cdot m \cdot k \cdot \varphi_{пм} \cdot F_m, \quad (3)$$

де $\varphi_{пм}$ – коефіцієнт стоку поливочних вод;

F_m – площа водозбірної території, яка миється га;

m – розхід води на мийку одиниці площі, л/м²;

k – кількість мийок за рік.

Значення всіх параметрів, входять в цю формулу, визначається у відповідності до таких нормативів:

- на мийку одиниці площі витрачається від 1,2 до 1,5 літрів води;
- кількість мийок для умов міста складає від 50 до 150 за рік;
- площа покриття, яка потребує миття, дорівнює 20% від загальної території.

Якщо на водозбірній території розташовані великі парки або ділянки лісних масивів, з'являється ефект затримання частини атмосферних опадів рослинним покривом. В цьому випадку кількість затриманих опадів

виконується за абсолютними нормами затримання, що наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Абсолютні норми затримання атмосферних опадів деревинною рослинністю

Вид рослинності	Шар затриманих атмосферних опадів Нз, мм											
	Місяці											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Хвойний ліс	10	10	10	18	19	20	25	22	17	16	12	10
Листяний ліс	1	1	1	4	10	11	14	12	8	6	4	2

Шар атмосферних опадів коректується за величиною затриманих опадів з урахуванням відношень площ, які зайняті різними видами дерев, і всієї водозбірної площі. Об'єм дощових стічних вод за рік визначається за формулою:

$$W_d = 10 \cdot \phi_d \cdot F \cdot (H_d - H_z), \quad (4)$$

Загальний об'єм поверхневого стоку з водозбірної території за рік визначається як сума складових:

$$W = W_d + W_c + W_{nm}, \quad (5)$$

Сумарне значення річного виносу речовини з поверхневим стоком розраховується як:

$$G = C_d W_d + W_c C_c + W_{nm} C_{nm}, \quad (6)$$

де C_d , C_c , C_{nm} – концентрації речовин у дощових, снігових і поливочних стічних водах відповідно, г/м³. Їх можна визначити за таблицями 3-5.

Таблиця 3 – Середні показники складу поверхневого стоку з території міста

Показник	Концентрація стічних вод, г/м ³		
	Дощові води	Снігові води	Полівочні води
Завислі речовини	1500	3000	4000
Мінеральний склад	300	0	-
ХПК	500	450	320
БСК	75	200	200
Нф	13	35	40

Таблиця 4 – Середній вміст завислих речовин у поверхневому стоці з території міста в залежності від характеристики водозбірного басейну

Характеристика водозбірного басейну	Вміст завислих речовин, г/м ³		
	Дощовий стік	Сніговий стік	Поливочний стік
Сучасна житлова забудова	1300	2500	3000
Недостатньо благоустроєна територія з перевагою садибної забудови	2100	2000	-
Центральні благоустроєні райони міста з інтенсивним рухом	910	3000	3500
Райони , які включають крупні промислові підприємства і житлові квартали	1850	4000	4500
Будівельні ділянки, житлові райони на території, яка піддається ерозії	5000	6000	5500

Таблиця 5 – Середні показники складу дощового стоку з території промислових підприємств

Показник	Вміст у дощовому стоці з території підприємств, г/м ³	
	1-ї групи	2-ї групи
Завислі речовини	1500	3000
Нф при інтенсивному русі автотранспорту	55	150
Для нафтової галузі	450	500
Мінеральний склад	350	400

Приклад розрахунку

Завдання: Визначити винос завислих речовин з території міста (сучасна забудова) поверхневим стоком з урахуванням, що:

- площа міської забудови – 23 тис.га;
- сума снігових опадів – 133 мм;
- сума дощових опадів – 230 мм;
- кількість мийок – 1;
- розхід води на мийку – 1,5 л/м²;
- площа відповідно типам покриттів , у дол.один. – 1- 0,25;
- -2- 0,1;
- -3- 0,05;
- -4- 0,33;
- -5- 0,27.

Значення коефіцієнту стоку для водозбірної території розраховується як середньозважене для всієї площі за формулою (2.1):

$$\Psi_d = (0,6 \cdot 0,25 + 0,3 \cdot 0,1 + 0,7 \cdot 0,05 + 0,2 \cdot 0,33 + 0,1 \cdot 0,27) = 0,308,$$
$$\Psi_c = (0,6 \cdot 0,25 + 0,6 \cdot 0,1 + 0,94 \cdot 0,05 + 0,6 \cdot 0,33 + 0,2 \cdot 0,27) = 0,509.$$

Об'єм снігових вод за рік розраховується за формулою (2.2):

$$W_c = 10 \cdot 0,509 \cdot 23000 \cdot 230 = 26\,926\,100.$$

Об'єм полив очних стічних вод визначається за формулою (2.3):

$$W_{пл} = 10 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 4600 = 41\,400.$$

Шар атмосферних опадів коректується за величиною затриманих опадів з урахуванням відношень площ, які заняті різними видами дерев, і всієї водозбірної площі. Об'єм дощових стічних вод за рік визначається за формулою:

$$W_d = 10 \cdot 0,308 \cdot 23\,000 \cdot (133 - 70) = 4\,462\,920.$$

Загальний об'єм поверхневого стоку з водозбірної території за рік визначається як сума складових:

$$W = 26\,926\,100 + 41\,400 + 4\,462\,920 = 34\,430\,420 \text{ м}^3.$$

Сумарне значення річного виносу речовини з поверхневим стоком розраховується як:

$$G = 1300 \cdot 26\,926\,100 + 2500 \cdot 41\,400 + 3000 \cdot 4\,462\,920 = 48,5 \text{ т}.$$

Висновок: Сумарне значення річного виносу речовини з поверхневим стоком дорівнюватиме 48,5 т за рік.

Завдання для самостійної роботи

Визначити винос забруднюючих речовин з території міста поверхневим стоком з урахуванням типів покриттів та площ використання території. Вихідні дані надані у таблиці 6.

Контрольні запитання

1. Які види стоку включає поверхневий стік з міських поверхонь?
2. Які види стоку за технічним обладнанням?
3. Які основні джерела забруднення поверхневого стоку на міських територіях?
4. Які особливості формування поверхневого стоку у місті?

5. Яким чином контролюється якість дощових (снігових) вод?
6. Що характеризує коефіцієнт стоку?
7. Як коефіцієнт стоку у місті відрізняється від коефіцієнту стоку з природних територій?
8. Яким чином розраховується об'єм снігових вод?
9. Яким чином розраховується дощових вод?
10. Яким чином розраховується поливочних вод?
11. Яким чином розраховується сумарне значення річного виносу речовини з поверхневим стоком?
12. Як визначаються усереднені показники складу дощового стоку з території?
13. Яким чином визначається сумарний винос забруднювальних речовин з міської території?

Таблиця 6 - Вихідні дані

варіант	Площа міста, тис. га	Сума опадів, мм		Кількість мийок	Розхід води на одну мийку. л/м ²
		дощові	снігові		
1	120	120	200	200	1,2
2	130	123	250	212	1,3
3	140	124	225	231	1,4
4	125	135	230	251	1,5
5	138	220	215	168	1,2
6	154	200	320	187	1,3
7	168	245	300	193	1,4
8	147	260	250	125	1,5
9	198	190	240	136	1,2
10	154	240	260	124	1,3
11	234	300	305	119	1,4
12	2651	320	230	173	1,5
13	265	260	210	200	1,2
14	321	250	200	205	1,3
15	341	400	240	193	1,4
16	351	290	300	186	1,5
17	421	310	165	210	1,2
18	220	305	200	220	1,3
19	210	275	240	234	1,4
20	230	355	220	136	1,5

Продовження таблиці 6.

варіант	Площа покрить в долях від одиниці				
	1	2	3	4	5
1	0,01	0,25	0,13	0,54	0,07
2	0,05	0,13	0,17	0,43	0,22
3	0,1	0,15	0,26	0,45	0,04
4	0,25	0,1	0,05	0,33	0,27
5	0,16	0,21	0,08	0,31	0,24
6	0,03	0,18	0,27	0,22	0,30
7	0,13	0,01	0,07	0,36	0,43
8	0,17	0,05	0,22	0,20	0,36
9	0,26	0,1	0,04	0,33	0,27
10	0,05	0,25	0,27	0,16	0,27
11	0,08	0,16	0,24	0,28	0,24
12	0,27	0,17	0,30	0,31	0,36
13	0,2	0,16	0,54	0	0,10
14	0,16	0,07	0,43	0,20	0,46
15	0,03	0,22	0,45	0,10	0,20
16	0,13	0,04	0,33	0,25	0,25
17	0,17	0,27	0,31	0	0,25
18	0,26	0,24	0,22	0,15	0,13
19	0,05	0,30	0,36	0,14	0,15
20	0,08	0,26	0,20	0,17	0,29

Пробний тест за результатами виконання практичних робіт

Вибрати правильні відповіді

1. Кількість поверхневого стоку з міських територій у порівнянні з природними територіями:

1. Збільшується.
2. Зменшується.
3. Не змінюється.

2. Якість поверхневого стоку з міських територій:

1. Гірша ніж за містом.
2. Краща ніж за містом.
3. Така ж як з природних територій.

3. Сумарне значення річного виносу речовини з поверхневим стоком розраховується за формулою:

1. $W = W_d + W_c + W_{nm}$
2. $G = C_d W_d + W_c C_c + W_{nm} C_{nm}$
3. $W_d = 10 \cdot \varphi_d \cdot F \cdot (H_d - H_z)$

Література

1. Державні будівельні норми України. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень ДБН 360-92. – К: Держбуд України, 2002 – 105 с.
2. Тугай А. М., Терновцев В.Е. Водоснабжение. Курсовое проектирование. – К.: Вища школа, 1980. – 208 с.
3. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод /А. К. Запольський, Н. А. Мішакова-Клименко, І. М. Астрелін і ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
4. Збірник методичних вказівок з дисципліни „Методи оцінки якості природних вод”. Укладач: Юрасов С. М.- Одеса.: ОДЕКУ, 2005. – 60 с.
5. Экология города /Под ред. Стольберга Ф.В./. – К.: Либра, 2000. – 464 с.
6. Водоподготовка (расчеты, примеры, задачи). – М.: Энергия, 1980. – 256 с.
7. Ласков Ю.М. и др. Примеры расчетов канализационных сооружений. – М.:Стройиздат, 1987. – 255 с.