

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра водопостачання, водовідведення
та бурової справи

03-06-152М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проєкту з навчальної дисципліни
«Водовідведення (мережі)» для здобувачів вищої освіти першого
(бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою
«Будівництво та цивільна інженерія»
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(«Водопостачання та водовідведення»)
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІБА
Протокол № 4 від 21.01.2025 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни «Водовідведення (мережі)» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Будівництво та цивільна інженерія» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (Водопостачання та водовідведення) денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Квартенко О. М. – Рівне : НУВГП, 2025. – 25 с.

Укладач: Квартенко О. М., д-р. техн. наук, доцент, професор кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Відповідальний за випуск: Мартинов С. Ю., д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Керівник групи забезпечення освітньо-професійної програми: Караван В. В., к.т.н., доцент кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд.

© О. М. Квартенко, 2025

© НУВГП, 2025

ЗМІСТ

№	Назва	Стор.
	Вступ	4
1	Проектування виробничо-побутової мережі	4
1.1	Визначення середніх витрат стічних вод від комунальних підприємств і громадських закладів	4
1.2	Визначення середніх витрат води від житлових кварталів	5
1.3	Визначення витрат стічних вод від промислових підприємств	7
1.4	Погодинний графік надходження стічних вод від міста протягом доби	9
2	Проектування мережі водовідведення міста	10
2.1	Система водовідведення міста	10
3	Визначення розрахункових і контрольних витрат стічних вод на ділянках трубопроводів вуличної мережі	12
4	Визначення початкового заглиблення самопливної вуличної мережі	15
5	Гідравлічний розрахунок і висотне розміщення виробничо-побутової мережі	17
6	Розрахунок виробничо-побутової мережі на ЕОМ	17
7	Визначення розрахункових витрат на ділянках мережі та гідравлічний розрахунок дощової мережі	17
8	Розрахунок і конструювання напірних трубопроводів	17
	Рекомендована література	20
	Додатки	21

ВСТУП

Метою курсового проекту є систематизація, розширення і поглиблення теоретичних знань здобувачами вищої освіти в галузі проектування та будівництва інженерних мереж та споруд водовідведення для населених пунктів та промислових підприємств. Отримання навичок до самостійного вирішування задач збору та відведення стічних вод за межі об'єктів водовідведення, використання нормативної, проектної, довідкової та навчальної літератури. У методичних вказівках наведені найбільш розповсюджені способи та прийоми розрахунків, враховані сучасні положення та нормативи, які застосовуються в практиці проектування. Наведено форми розрахункових таблиць і схем, оформлення графічних матеріалів.

1. Проектування виробничо-побутової мережі

Основними водокористувачами в населених пунктах є: житлові будинки, комунальні підприємства (лазні, пральні), громадські заклади (навчальні заклади, готелі, пансіонати, гуртожитки), промисловість. Кожен водокористувач має свої норми та режими водовідведення [2 с. 26-27; 36-37; 3 с. 208-209; 4 п.7.1.1 с. 15].

1.1.Визначення середніх витрат стічних вод від комунальних підприємств і громадських закладів

Середні добові витрати стічних вод, м³/доб, для об'єктів із цілодобовим водоспоживанням (готелі, лікарні):

$$q_{\text{доб}} = q_o \cdot n_{\text{од}} \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

де q_o – норма водовідведення на одиницю виміру, л/добу [б, дод.А2],
 $n_{\text{од}}$ – кількість одиниць виміру

Середні годинні витрати стічних вод від комунальних підприємств і громадських закладів, які працюють неповну добу (протягом T год), $q_{\text{год}}$, м³/год (лазні, школи, пральні, поліклініки):

$$q_{\text{год}} = q_o \cdot n_{\text{од}} / (t \cdot 10^3) \quad (2)$$

$n_{\text{од}}$ – кількість одиниць виміру за годину, t – нормативна тривалість водовідведення, год. [б, дод. А2].

Середні добові витрати стічних вод, м³/доб, для об'єктів які працюють неповну добу:

$$q_{\text{доб}} = q_{\text{год}} \cdot T \quad (3)$$

Середні секундні витрати стічних вод, л/с:

$$q = q_{\text{год}}/3,6 \quad (4)$$

Таблиця 1

Середні витрати стічних вод від комунальних підприємств і громадських закладів [7, табл. 1, с. 4]

№ зп	Об'єкт водовідведення	Одиниці виміру	К-сть одиниць виміру <i>n</i>	Норма водовідведення на од. виміру, л/од. або л/добу	Тривалість <i>T</i> роботи год за добу	Середня витрата стічних вод		
						секунд-на, <i>q</i> л/с	годинна, <i>q</i> _{год} м ³ /год	добова, <i>q</i> _{доб} м ³ /доб
1	Лікарня	ліжка	250	120	24	0,35	1.25	30,0
2	Лазня	люд/год	20	360/3	16	1,0	3,6	57,6
Всього								87,6

1.2. Визначення середніх витрат води від житлових кварталів

Нумеруються окремо квартали багато та малоповерхових зон забудови. За генпланом, враховуючи масштаб, визначаються площі окремих кварталів *F* (га) (рис. 1). Розраховується кількість жителів як в кожному кварталі так і в кожній зоні забудови:

$$N_{\text{б/м}}^{\text{нас}} = F_{\text{б/м}} \cdot P_{\text{б/м}}^{\text{нас}} \cdot \text{люд} \quad (5)$$

$P_{\text{б/м}}^{\text{нас}}$ – густина населення, відповідно у багатоповерховій та мало поверховій зоні забудови (люд/га); $F_{\text{б/м}}$ – площа відповідних кварталів (га), за винятком площ які займають зелені насадження та промислові підприємства.

Норми водовідведення для житлових кварталів приймаються залежно від ступеню їх благоустрою [6, таблиця А1], та архітектурно будівельного кліматичного районування України [5].

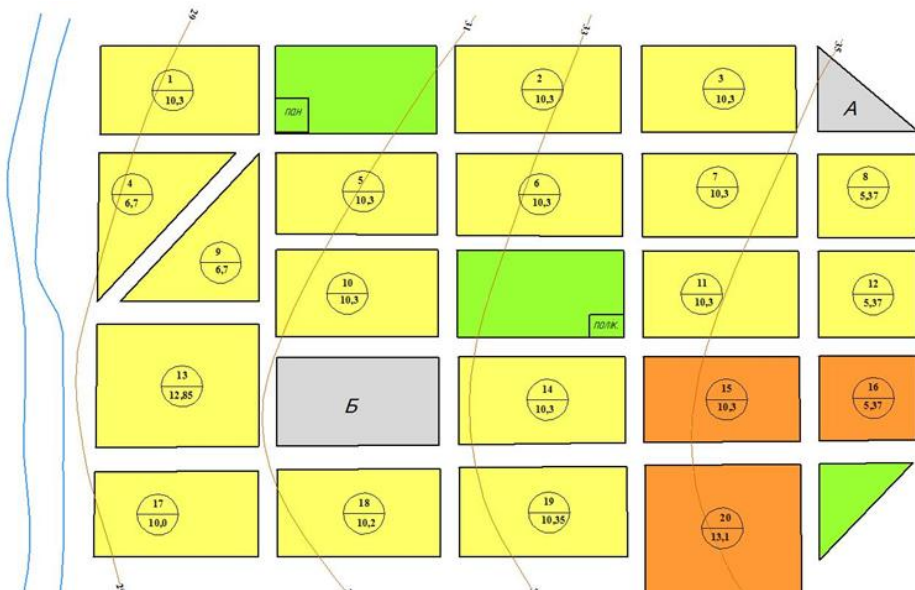


Рис. 1 Генплан міста з нумерацією кварталів і площею F_i (га)

Таблиця 2

Середні витрати побутових стічних вод від населення житлових кварталів

№кв	Густота населення, люд/га	Площа кварталу, F_i , га	Кількість мешканців, люд	Модуль стоку, л/с*га	Середня витрата, л/с
Багатоповерхова зона забудови					
1					
2					
3					
Разом		ΣF_6	ΣN_6		Σq_6
Малоповерхова зона забудови					
15					
17					
Разом		ΣF_M	ΣN_M		Σq_M
Всього по місту		$\Sigma F = \Sigma F_6 + \Sigma F_M$	$\Sigma N = \Sigma N_6 + \Sigma N_M$		$\Sigma q_{\text{сер. сек}}$

Середні витрати для житлових кварталів кожної із зон забудови розраховують за залишковою нормою водовідведення:

$$a_{\delta}^{зал} = a_{\delta} - \frac{\sum Q^k_{доб}}{\sum N_{\delta}^{нас}} \times 10^3; \quad \text{л/люд добу} \quad (6)$$

$a_{\delta/м}$ норма водовідведення для житлових кварталів певної зони забудови, (л/люд•добу); $\sum Q^k_{доб}$ – сумарна зосереджена витрата стічних вод від громадських закладів і комунальних підприємств які розташовані в даній зоні забудови (м³/добу); $\sum N_{\delta}^{нас}$ – кількість мешканців у даній зоні забудови, (люд.).

Модулі стоку для кожної із зон забудови:

$$M = a_{зал} \cdot P_{нас} / 86400 \quad (\text{дм}^3/\text{с} \cdot \text{га}) \quad (7)$$

Середня витрата від i -го житлового кварталу, дм³/с:

$$q_i = M \cdot F_i, \quad \text{дм}^3/\text{с} \quad (8)$$

Середньо годинна витрата, м³/год: $Q_{год} = 3,6 \cdot \sum q_{сер\ сек}$.

Середньо добова витрата, м³/добу: $Q_{доб} = 24 Q_{год}$.

1.3. Визначення витрат стічних вод від промислових підприємств

Класифікація стоків які підприємства скидають до каналізаційної мережі:

- *виробничі стічні води*, що утворюються при виготовленні продукції із сировини;
- *побутові стічні води*, які утворюються в результаті користування водопроводом працівниками в побутових цілях;
- *душові стічні води* утворюються в результаті прийняття душу працівниками після зміни.

Визначення середніх за зміну витрат виробничих стічних вод:

$$Q_{змін}^{tex} = q_{tex} \cdot N_{змін}^{од}; \quad (9)$$

де q_v – норма водовідведення в м³ на одиницю продукції, яку випускає підприємство [2, с. 36-37]; $N_{змін}^{од}$ – кількість одиниць продукції за зміну.

Середні за зміну витрати побутових стічних вод, м³/зм:

$$Q_n = q_n \cdot N \quad (10)$$

де q_n – норма відведення побутових стоків в м³/зм на одного працівника (для цехів з підвищеним тепловиділенням 0,045 м³/(зм·люд), для звичайних цехів – 0,025 м³/(зм·люд) [6, табл. А2]); N – кількість працюючих в зміну.

Визначення витрат стічних вод які утворюються в результаті прийняття працівниками душу.

Душ приймається протягом 45 хв. (0,75 год.) після закінчення зміни. Продуктивність однієї душової сітки 500 дм³/год, тобто за час приймання душу витрата води на одну душову сітку, м³:

$$q_{д.с} = 500 \cdot 0,75 \cdot 10^{-3} = 0,375 \text{ м}^3/45\text{хв} \quad (11)$$

Кількість людей, що користуються душем після зміни, $N_{змін}^{душ}$:

$$N_{змін}^{душ} = N_{змін}^{душ} \cdot P_{душ}; \text{ чол.} \quad (12)$$

де $P_{душ}$ – кількість працівників, які користуються душем, в долях одиниці, (% із завдання); $N_{змін}^{роб}$ – кількість працюючих людей в зміну, люд

Кількість працюючих душових сіток, $N_{змін}^{д.с.}$, шт.:

$$N_{змін}^{д.с.} = N_{змін}^{душ} / n_{д.с.}; \quad (13)$$

де $n_{д.с.}$ – кількість робітників, що можуть використовувати одну душову сітку за час приймання душу, люд., (із завдання).

Визначаємо витрати душових вод, $Q_{змін}^{душ}$ м³/зм.:

$$Q_{змін}^{душ} = q_{д.с.} \cdot N_{д.с.}, \text{ м}^3/\text{зм} \quad (14)$$

Розрахунки вводимо в підсумкову таблицю 3.

Таблиця 3.

Витрати стічних вод підприємств

N _{зм.}	Технологічні СВ			Побутові СВ			Душові СВ			Сума
	N ^{од} _{змін} од.	q _{тех.} м ³ /од.	Q _{тех} змін м ³ /зм	N ^{роб} _{змін} люод.	q _{поб.} м ³ /од	Q _{поб} змін м ³ /зм.	N ^{душ} _{змін} люод.	N ^{д.с.} _{змін} шт.	Q _{душ} змін м ³ /зм.	Q _{сум} змін м ³ /зм.
Підприємство «А»										
1										
2										
3										
Σ			Σ			Σ			Σ	Σ
Підприємство «Б»										
1										
2										
Σ			Σ			Σ			Σ	Σ
<i>разом</i>			Σ			Σ			Σ	Σ

1.4. Погодинний графік надходження стічних вод від міста протягом доби

Визначають коефіцієнт годинної нерівномірності надходження господарсько-побутових вод від населення міста K_{gen} [2, с. , 7, с. 35], залежно від сумарної секундної витрати $\Sigma q_{сер. сек.}$ дм³/с (табл.2).

Відповідно до коефіцієнта K_{gen} за дод. 2 [7, с. 35] визначають відсотковий розподіл добового водоспоживання населенням міста за годинами доби (графа 2, табл. 4). Погодинний розподіл у відсотках добової витрати стічних вод для комунальних підприємств, які працюють цілодобово, наведений у додатку 2 [7] (графа 4, табл. 4) . Для об'єктів, які працюють не повну добу, розподіл вважаємо рівномірним.

Витрату душових вод від промислових підприємств розміщують в першу годину після закінчення відповідної зміни. Розподіл надходження витрати побутових стічних вод від підприємств протягом

однієї зміни визначають за додатком 2 [7, с. 35] для цехів з нормальним (підприємство Б) та збільшеним (підприємство А) тепловиділенням.

Загальний коефіцієнт нерівномірності надходження технологічних стічних вод K_m наведено в завданні.

Максимальна годинна витрата технологічних стічних вод підприємств, Q_{max}^{mex} , м³/год.:

$$Q_{max}^{mex} = Q_{сеп}^{mex} \cdot K_m = \frac{Q_{змін}^{mex}}{8} \cdot K_m ; \quad (15)$$

Надходження технологічних стічних вод в інші години зміни, м³/год:

$$Q_{in}^{mex} = \frac{(Q_{змін}^{mex} - Q_{max}^{mex})}{(8-1)} \quad (16)$$

Розрахунок погодинного графіка надходження стічних вод міста протягом доби виконуємо в формі таблиці 4.

2. Проектування мережі водовідведення міста

2.1. Система водовідведення міста

Послідовність проектування схеми водовідведення міста.

1. На генплані міста вибирають місце для розташування майданчика очисних споруд: "нижче за течією річки відносно міста, на певній відстані від території забудови. Розмір санітарно-захисної зони очисних споруд належить приймати за [6, табл.30] з урахуванням примітки 3 про вплив пануючого напрямку вітрів". "Відстань від майданчика до річки приймається з урахуванням санітарно-захисної зони водойми 300 м, для забезпечення захисту від затоплення території очисних споруд повинню низ майданчика розташовують вище максимального горизонту води в річці на 2...3 м. Довгу сторону майданчика проєктують перпендикулярно горизонталям для забезпечення самопливного руху води майданчиком" [7, с. 10].

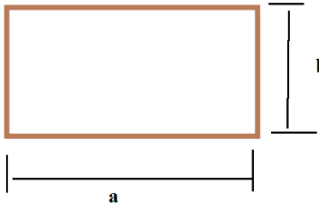
2. Залежно від середньої добової витрати стічних вод за табл. 5 визначають площу майданчика F.

3. Вивчають рельєф міста, наносять межі басейнів водовідведення.

4. "намічають трасу *головного колектору* і траси колекторів басейнів водовідведення (*басейнових колекторів*), виявляють райони, для яких потрібне перекачування стічних вод, і вибирають місця для розташування *басейнових і головної насосних станцій*" [7, с. 10].

$$F = a \cdot b \quad (17)$$

$$a = (1,25 \dots 1,3) \cdot b \quad (18)$$



$$F = 1,3 \cdot b \cdot b = 1,3 \cdot b^2 \quad (19)$$

$$b = \sqrt{\frac{F}{1,3}} \quad (20)$$

Таблиця 5

Площі каналізаційних очисних споруд

Споруди повної біологічної очистки	Площа, га, при пропускній здатності, тис м ³ /добу					
	7-10	17-32	40-64	80-130	160-175	220-280
З горизонтальними відстійниками та спорудами механічного зневоднення осаду	4,5-6	6-6,5	7-8	8-11	11-14	14-16
З радіальними відстійниками та спорудами механічного зневоднення осаду	5-7	7-8	8-9	10-14	14-16	17-20

5. Виконують трасування вуличної мережі трубопроводів [7, с. 11].

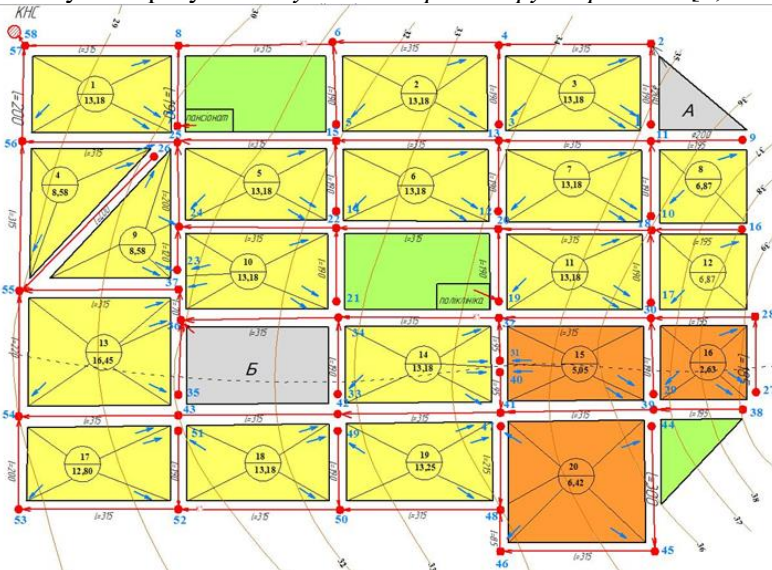


Рис. 3. Напрямки руху стічних вод в середні квартали

3. Визначення розрахункових і контрольних витрат стічних вод на ділянках трубопроводів вуличної мережі

Години доби	Витрата госп.-питна населення		Пансіонат		Полік л.	Підприємство "Б"				ΣQ
	%	м3/год	%	м3/год	м3/год	% побут. СВ	госп.тні м3/год	Технол. м3/год	Душ. м3/год	м3/год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	2,7	511,3	0,2	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	7,5	
1-2	2,7	511,3	0,2	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00		
2-3	2,7	511,3	0,2	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00		
3-4	2,7	511,3	0,2	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00		
4-5	2,7	511,3	0,2	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00		
5-6	3,55	672,3	0,3	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00		
6-7	5,3	1003,7	1,0	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00		
7-8	5,25	994,2	10,0	6,46	0,00	0,00	0,00	0,00		
8-9	6,15	1164,7	7,0	4,52	0,25	12,5	0,94	10,4		
9-10	6,15	1164,7	3,0	1,94	0,25	4,65	0,35	10,4		
10-11	6,15	1164,7	5,0	3,23	0,25	4,7	0,35	10,4		
11-12	4,35	823,8	6,0	3,88	0,25	12,5	0,94	10,4		
12-13	3,5	662,8	12,0	7,75	0,25	37,5	2,81	10,4		
13-14	5,1	965,8	9,0	5,81	0,25	4,7	0,35	10,4		
14-15	5,35	1013,2	5,0	3,23	0,25	4,7	0,35	10,4		
15-16	5,35	1013,2	3,0	1,94	0,25	18,7	1,41	35,1		
16-17	5,15	975,3	2,0	1,29	0,25	12,5	0,63	8,68	11,2	
17-18	5,1	965,8	10,0	6,46	0,25	4,65	0,23	8,68		
18-19	4,15	785,9	9,0	5,81	0,25	4,7	0,24	8,68		
19-20	3,95	748,0	6,0	3,88	0,25	12,5	0,63	8,68		
20-21	3,65	691,2	5,0	3,23	0,00	37,5	1,88	8,69		
21-22	2,9	549,2	3,0	1,94	0,00	4,7	0,24	8,69		
22-23	2,7	511,3	2,0	1,29	0,00	4,7	0,24	8,68		
23-24	2,7	511,3	0,7	0,45	0,00	18,7	0,94	29,2		
Всього	100	18 938		64,6	3,00		12,50	198	18,	

Застосуємо метод визначення розрахункових витрат стічних вод за суміжними площами [2 с. 120-125; 7 с. 12-15; 8 с. 11-13].

Розрахункові витрати стічних вод на ділянках побутової мережі

q_r , л/с:

$$q_r = \sum q_{max}^{шл} + \sum q_{max}^{зосер}; \quad (21)$$

$\sum q_{max}^{шл}$ - сума максимальних шляхових витрат на ділянці, л/с:

$$\sum q_{max}^{шл} = \sum (q_{mid\ \epsilon l}^{шл} + q_{mid\ mp}^{шл}) \cdot K_{gen}^{max}; \quad (22)$$

$\sum q_{mid\ \epsilon l}^{шл}$ - сума середніх шляхових витрат, які надійшли на розрахункову ділянку безпосередньо від населення, л/с;

$\sum q_{mid\ mp}^{шл}$ - сума середніх шляхових витрат, які надійшли на розрахункову ділянку з ділянок розташованих вище, л/с;

K_{gen}^{max} - коефіцієнт загальної нерівномірності надходження побутових стічних вод від житлових кварталів, який визначається з [6, табл. 2] відповідно до величини сумарної середньої шляхової витрати ділянки.

$\sum q_{max}^{зосер}$ - сума максимальних зосереджених витрат на ділянці, л/с:

$$\sum q_{max}^{зосер} = \sum (q_{max\ \epsilon l}^{зосер} + q_{max\ mp}^{зосер}); \quad (23)$$

$\sum q_{max\ \epsilon l}^{зосер}$ - сума максимальних зосереджених витрат, які надійшли на розрахункову ділянку від споживачів (комунальних закладів, промислових підприємств), л/с;

$\sum q_{max\ mp}^{зосер}$ - сума максимальних зосереджених витрат, які надійшли на розрахункову ділянку з ділянок мережі, які розташовані вище цієї ділянки, л/с.

Розрахункові витрати стічних вод від комунальних і громадських закладів визначаємо за формулою:

$$q_{\max}^{kn} = \frac{Q_{год}^{\max}}{3,6}, \quad \text{л/с} \quad (24)$$

де $Q_{год}^{\max}$ - максимальна годинна витрата стічних вод (табл. 4), м³/год.

Зосереджена витрата стічних вод від промислового підприємства q_{\max}^{nn} (л/с) визначається як сумарна витрата всіх категорій стічних вод у i -ту годину максимального водовідведення з табл. 4 погодинного розподілу добової витрати стічних вод:

$$q_{\max}^{nn} = \frac{Q_i^m + Q_i^{nob} + Q_i^{duui}}{3,6} \quad (25)$$

де Q_i^m - витрата технологічних стічних вод, м³/год, у i -ту годину максимального водовідведення;

Q_i^{nob} - витрата побутових стічних вод, м³/год, у i -ту годину максимального водовідведення;

Q_i^{duui} - витрата душових стічних вод, м³/год, у i -ту годину максимального водовідведення.

Додаткову витрату стічних вод, л/с, обчислюють за формулою:

$$q_{ad} = 0,15 \cdot \sum L \cdot \sqrt{m_d}; \quad (26)$$

де $\sum L$ - загальна довжина трубопроводів мережі від її початку до кінцевої точки розрахункової ділянки, км; m_d - величина максимальної добової кількості атмосферних опадів, мм, яку приймають з [5, дод. А.9].

Контрольну витрату стічних вод на ділянці трубопроводу, л/с, визначають за формулою $q_{contr} = q_r + q_{ad}$. (27)

Визначення розрахункових витрат стічних вод можна виконувати графічній формі рис. 4-5.

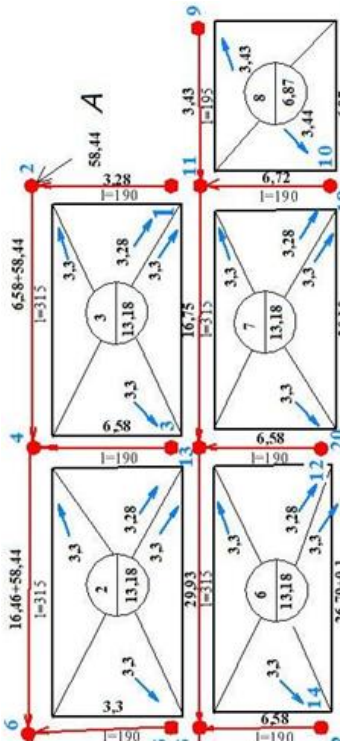


Рис. 4. Потокорозподіл стічних вод по секторах кварталів і ділянках водовідвідної мережі

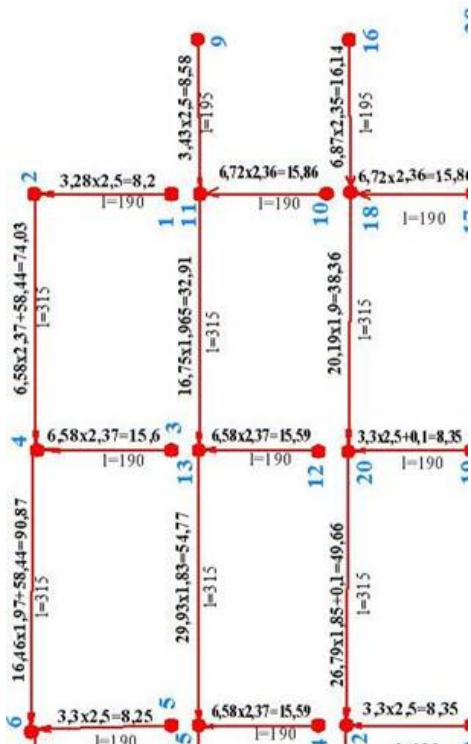


Рис. 5. Схема збору розрахункових витрат по ділянках водовідвідної мережі

4. Визначення початкового заглиблення самопливної вуличної мережі

Початкове заглиблення внутрішньо кварталної мережі визначаємо за умов не промерзання та не руйнування трубопроводу.

Для виключення промерзання труб їх заглиблення повинне бути на 0,3...0,5 м вище за межу замерзання:

$$h_{1min} = h_{np} - (0,3...0,5) м, \quad (28)$$

де h_{np} - глибина промерзання ґрунту. Для виключення руйнування труб під дією зовнішніх динамічних навантажень для дворових проїздів заглиблення верху трубопроводу приймаємо 0,7 м:

$$h_{2\min} = 0,7 + d, \text{ м}, \quad (29)$$

де d - діаметр труби дворової мережі, мінімальне значення d 0,2м: Приймаємо більше з двох значень.

Величина початкового заглиблення самопливної вуличної мережі H_{\min} визначається за умови забезпечення прийому стічних вод від усіх випусків.

$$H_{\min} = h_{\min} + i_{mp} l_{mp} + (Z_{кін} - Z_{поч}) + \Delta h, \text{ м} \quad (30)$$

h_{\min} - мінімальна глибина закладання трубопроводу на початку внутрішньо-квартирної мережі;

i_{mp} - "мінімальний похил трубопроводу внутрішньо-квартирної мережі (для труб 150 мм – 0,008, для труб 200 мм – 0,007, для труб 300 мм – 0,0050, l_{mp} – довжина квартирної мережі, м; $Z_{кін}, Z_{поч}$ - позначки поверхні землі відповідно в кінці та на початку квартирної мережі, м; Δ – різниця відміток лотків внутрішньо-квартирної та вуличної мереж у точці їх з'єднання, м (Δ 0,09м)" [7, с. 15].

Розрахунок мінімального заглиблення труб виконуємо лише для одного кварталу кожного варіанту схеми трасування труб і у найвіддаленіших та найбільш понижених місцях басейну.

Розрахунок мінімального заглиблення трубопроводів кварталу №3, який має найбільшу площу в багатоповерховій зоні забудови (рис. 1), виконано для випуску, розташованого в найневигодніших умовах (найбільш віддаленого, при найменшому похилі території).

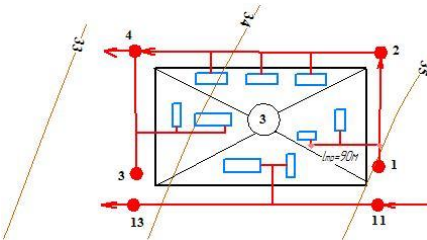


Рис. 6. Схема кварталу з забудовою та внутрішньо-квартирною мережею ($Z_{поч}=34,6$ м; $Z_{кін}=35,0$ м; $l_{mp}=90$ м; $h_{\min}=0,9$ м; $i_{mp}=0,008$; $\Delta=0,09$ м)

$$H_{\min} = 0,9 + 0,008 \cdot 90 + (34,6 - 35,0) + 0,09 = 0,9 + 0,72 - 0,4 + 0,09 = 1,31 \text{ м}$$

5. Гідравлічний розрахунок і висотне розміщення виробничо-побутової мережі

Гідравлічний розрахунок виробничо - побутової мережі: визначення діаметрів трубопроводів, ухилів, наповнення та швидкість руху води на ділянках водовідвідної мережі [2 с. 131-137; 7 с. 17-20; 8 с. 16]. Вибір методу висотної ув'язки труб у колодязях (“шелига з шелигою”, “за рівнями води”) [2 с. 137-140; 7 с. 17-20; 8 с. 18].

Вихідними даними для гідравлічного розрахунку є: розрахункові та контрольні витрати стічних вод на ділянках мережі, довжини ділянок, відмітки і похили поверхні землі.

Приклад гідравлічного розрахунку одного сектора каналізаційної мережі наведено на рис. 7.

6. Розрахунок виробничо-побутової мережі на ЕОМ.

6.1. Приклад вводу вихідних даних для гідравлічного розрахунку програмою «Розрахунок мережі» [2 с. 142-144; 7 с. 22-24]

6.2. Побудова поздовжнього профілю ділянки колектора мережі [2 с. 142; 8 с.28-31].

7. Визначення розрахункових витрат на ділянках мережі та гідравлічний розрахунок дощової мережі.

7.1. Визначення розрахункових площ водозбору [2 с. 154-157; 8 с. 20-21].

7.2. Визначення параметрів розрахункового дощу. Розрахунок середнього коефіцієнта стоку. Розрахунок модуля стоку [2 с. 161-179; 4 додаток А с. 96-105; 7 с. 25-26; 8 с. 21-23].

7.3. Гідравлічний розрахунок та висотна ув'язка дощової мережі [2 с. 179-183; 7 с.27-28; 8 с. 23-25].

7.4. Приклад розрахунку дощового колектора [7 с. 28-29].

8. Розрахунок і конструювання напірних трубопроводів [7 с.29-31; 8 с. 26]

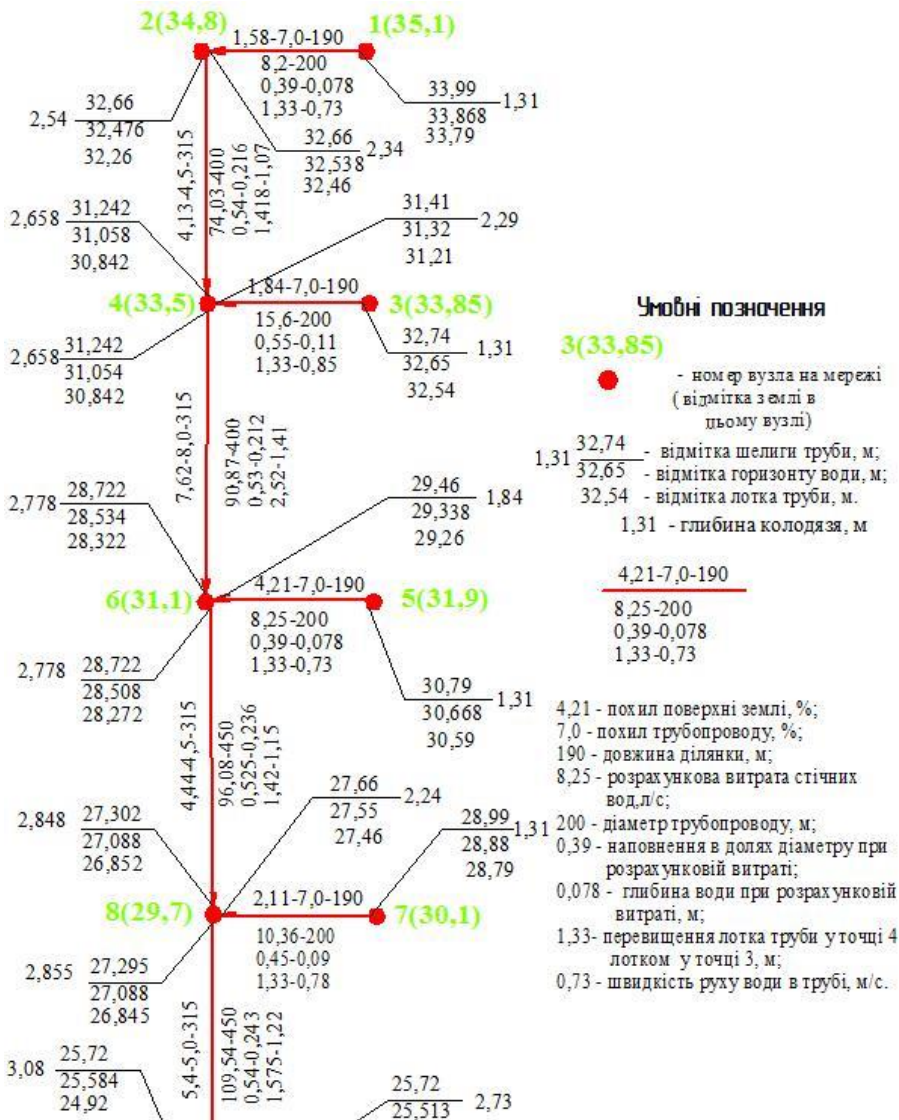


Рис. 7. Гідравлічний розрахунок одного сектора виробничо-побутової каналізаційної мережі



Рис. 8. Схема визначення розрахункових площ водозбору для дощової мережі

Розрахунок дощової мережі							таблиця 4.1.						
№№ ділянок	Дов-жина $l, \text{м}$	Площа водозбору, $F, \text{га}$	Швидкість (не більше) на ділянці $v, \text{м/с}$ 1...2 м/с	Час добігання, хв.			Модуль стоку $M, \text{л/с га}$	Витрата $q, \text{л/с}$	Похил землі труби i	Діаметр $d, \text{мм}$	Наповнення h/d	Швидкість (не більше) дійсна $v_p, \text{м/с}$ 1...2 м/с	% (похибка 3...5%)
				до діл. $t_{до}$	по діл. $t_{по}$	розрах. t_r							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-3	250	4,00	1,30	8,85	3,21	12,05	64,43	167,51	4,0/4,0	500	0,65	1,25	6
2-3	250	4,00	1,32	8,79	3,16	11,94	64,84	168,59	0,4/4,0	500	0,66	1,27	5
3-5	290	12,60	1,43	8,70	3,38	12,08	64,31	526,73	2,2/2,5	1000	0,77	1,39	4
4-5	250	4,60	1,34	8,13	3,11	11,24	67,78	202,66	4,0/4,0	550	0,62	1,31	3
5-7	410	26,30	1,20	8,70	5,69	14,39	56,61	967,72	1,17/1,2	1000	0,78	1,2	0
6-7	300	9,10	1,31	8,13	3,82	11,95	64,83	383,50	0,0/2,5	800	0,54	1,29	2
7-РК	450	36,70	2,22	8,81	3,38	12,19	63,90	1524,26	4,0/8,0	1200	0,58	2,17	5

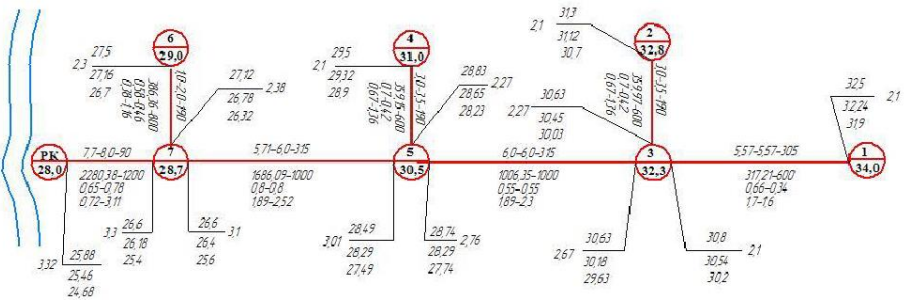


Рис. 9. Гідравлічний розрахунок дощової мережі

Рекомендована література

Основна література:

1. Василенко О.А. Водовідвідні мережі : навчальний посібник. К. : КНУБА, 2006. 97 с.
2. Гіроль М., Охримюк Б., Собчук Г., Лагуд Г. Системи водовідведення : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2011. 444 с.
3. Шадура В. О., Кравченко Н. В. Водопостачання та водовідведення : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2018. 343 с.

Нормативно-правова

4. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування: Київ, Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013.128 с. [Чинний від 2014-01-01].
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18#Text>
5. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. Будівельна кліматологія. Київ, Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2010. 136 с.
6. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. Частина П. Будівництво: Київ, Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012.

Методичне забезпечення:

7. 03-06-88 Вижевська, Т. В. (2019) Методичні вказівки до практичних занять з навчальної дисципліни «Водовідведення (мережі)» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Водопостачання та водовідведення» денної та заочної форм навчання.
URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/17731/>
8. 03-06-87 Вижевська, Т. В. (2019) Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Мережі водовідведення міста» з навчальної дисципліни “Водовідведення (мережі)” для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Водопостачання та водовідведення» денної та заочної форм навчання. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/18106/>

Розрахункові (питомі середні за рік) добові витрати води в житлових будинках, л/добу на одного мешканця (табл.А.1 [1])

Житлові будинки	Кліматичні райони			
	I		II,III,IV	
	Витрата води			
	загальна	в т.ч. гаряча	загальна	в т.ч. гаряча
З водопроводом та каналізацією без ванн	100	40	110	45
Те саме з газопостачанням	120	48	135	55
З водопроводом, каналізацією та ваннами з водонагрівачами, які працюють на твердому паливі	150	60	170	70
Те саме з газовими водонагрівачами	210	85	235	95
З централізованим гарячим водопостачанням і сидячими ваннами	230	95	260	105
Те саме з ваннами завдовжки більше ніж 1500 мм	250	100	285	115

Додаток 2

Розрахункові (середні за рік) добові витрати води (табл.А.2 [6])

№ №	Споживачі	Оди-ниця виміру	Витрати води л/добу на 1 од.виміру		Підвищ. к-т для III, IV районів	Тривалість водорозбору год
			загальна	в т.ч. гаряча		
1	2	3	4	5	6	7
1	Гуртожитки:	1 мешкан				
	З загальними душовими		90	50	1,1	24
	З душовими при всіх житлових кімнатах		140	80	1,15	24
2	Готелі, пансіонати	«				
	Категорії *	«	120	70	1,1	24
	Категорії **	«	150	90	1,15	24
	Категорії ***	«	190	100	1,15	24
	Категорії ****	«	230	140	1,15	24
	Категорії *****	«	300	180	1,15	24
3	Лікувально-профілактичні заклади	1 ліжко				
	Із загальними ваннами та душами	«	120	75	1,1	24
	Із санітарними вузлами, які близько до палат	«	200	90	1,1	24

4	Санаторії та санаторно-профі-лактичні заклади відпочинку	«	150	90	1,15	24
5	Фізкультурно-спортивні та оздоровчі заклади	1 місце				
	З їдальнями на напівфабрикатах	«	60	30	1,15	24
	З їдальнями на сировині та пральнями	«	200	100	1,15	24
6	Навчальні заклади з денним перебуванням дітей	1 дитина				
	З їдальнями на напівфабрикат	«	40	20	1,1	10
	З їдальнями на сировині та пральнями	«	80	30	1,1	10
7	Навчально-освітні та спеціалізовані школи, професійно-навчальні, вищі навч.заклади	1 учень	20	8	1,1	8
8	НДІ, проєктні організації	1 прац.	15	6	1,2	8
9	Підприємства загального харчування з приготуванням їжі	1 страва	12	4	1,0	-
10	Перукарні	1 роб. місце/зміну	56	33	1,1	12
11	Поліклініки та амбулаторії	1 прац	30	12	1	10
		1 хворий	10	4	1,1	10
12	Лазні для миття в мильній	1 відвідувач	180	120	1	3
13	Пральні механізовані	1 кг сух білизни	75	25	1	-
14	Виробничі цехи звичайні	1 прац.	25	11	1,15	8
	-з тепловиділенням більше ніж 85 кДж на 1 м.куб/год	«	45	24	1	8
15	Душові в побутових приміщеннях пром підприємств	1 душ. сітка	500	270	1,1	-

Норми водовідведення виробничих стічних вод [2, с.36-37]

Назва підприємства	Одиниці вимірювання продукції або сировини	Питома витрата стічної води, м ³
Шинний завод	1 т. сировини	8,5
Виробництво газетного паперу	1 т. паперу	36,5
Завод первинної обробки льону	1 т. сировини	18,6
Фабрика первинної обробки вовни	1 т. митої вовни	48
Фабрика білизняного трикотажу	1 т. продукції	248,3
Завод хромових шкір	1 т. сировини	102
Завод важкого верстатобудування	1 т. продукції	7
Завод металургійного обладнання	1 т. продукції	6
Виробництво флотованого графіту	1 т. продукції	11
Завод керамічної плитки	1 тис. м ²	8,67
Дріжджовий завод	1 т. продукції	69,18
Рибокопильний завод	1 т. продукції	16,7
Маргариновий завод	1 т. продукції	2,81
Солодовий завод	1 т. продукції	17,1
Завод лимонної кислоти	1 т. продукції	9,7
Завод картопляного крохмалю	1 т. сировини	6,65
Майонезний завод	1 т. продукції	7,93
М'ясокомбінат	1 т. продукції	
продуктивністю, т/зміну: до 10		15,8
до 30		16,5
до 50		17,1
Мукомольний	1 т. продукції	2,5

Загальний к-т нерівномірності припливу стічних вод	Значення коефіцієнта при середній витраті стічних вод, л/с								
	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000
K_{gen}^{max}	2,5	2,1	1,9	1,7	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44
K_{gen}^{min}	0,38	0,45	0,5	0,55	0,59	0,62	0,66	0,69	0,71

Режим надходження стічних вод від різних джерел водовідведення [7, с. 35]

Години доби	Побутові стічні води від населення при K_{gen}^{max}			Об'єкти, цілодобового водовідведення, %	Об'єкти, які працюють неповну добу	Побутові стічні води цехів підприємств для зміни $t = 8$ год., %	
	1,4	1,5	1,6			гарячих	холодних
0-1	2,95	2,7	2,45	0,2	Рівномірно протягом часу роботи	12,5	12,5
1-2	2,95	2,7	2,45	0,2		7,0	4,65
2-3	2,95	2,7	2,45	0,2		7,0	4,7
3-4	2,95	2,7	2,45	0,2		12,5	12,5
4-5	2,95	2,7	2,45	0,2		31,25	37,5
5-6	3,5	3,55	3,65	0,3		7,0	4,7
6-7	5,15	5,3	5,45	1,0		7,1	4,7
7-8	5,15	5,25	5,3	10,0		15,65	18,75
8-9	5,6	6,15	6,7	7,0			
9-10	5,6	6,15	6,7	3,0			
10-11	5,6	6,15	6,7	5,0			
11-12	4,4	4,35	4,3	6,0			
12-13	3,6	3,5	3,45	12,0			
13-14	5,15	5,1	5,05	9,0			
14-15	5,15	5,35	5,55	5,0			
15-16	5,15	5,35	5,55	3,0			
16-17	5,15	5,15	5,1	2,0			
17-18	5,1	5,1	5,1	10,0			
18-19	4,5	4,15	3,8	9,0			
19-20	4,1	3,95	3,85	6,0			
20-21	3,4	3,65	3,85	5,0			
21-22	3,05	2,9	2,75	3,0			
22-23	2,95	2,7	2,45	2,0			
23-24	2,95	2,7	2,45	0,7			

Обмеження швидкості і наповнення трубопроводів [7, с. 35]

d , мм	150-250	300-400	450-500	600-800	900	1000-1200	1500	>1500
h/d_{max}	0,6	0,7	0,75	0,75	0,75	0,8	0,8	0,8
v_{min} , м/с	0,7	0,8	0,9	1,00	1,15	1,15	1,30	1,50

Основні розрахункові параметри дощів для міст України (табл.А.1[3])

Місто	Показник ступеня n при періоді P , років				q_{20} при $P=1$	m_r	β	m_a
	>3,5	3,5- 1,4	1,4- 0,7	<0,7				
Вінниця	0,65	0,71	0,73	0,64	123,0	102	0,65	92
Дніпропетровськ	0,68	0,69	0,70	0,64	79,6	138	0,55	82
Донецьк	0,67	0,66	0,70	0,68	97,4	120	0,65	87
Житомир	0,71	0,73	0,69	0,61	91,4	175	0,55	94
Запоріжжя	0,68	0,69	0,70	0,64	91,8	97	0,55	104
Ів.-Франківськ	0,67	0,72	0,73	0,70	112,0	247	0,65	93
Київ	0,71	0,73	0,69	0,61	104,0	143	0,55	103
Кіровоград	0,68	0,69	0,70	0,64	88,7	128	0,55	106
Луцьк	0,65	0,71	0,73	0,64	104,0	161	0,65	114
Львів	0,67	0,72	0,73	0,70	109,0	125	0,65	102
Луганськ	0,67	0,66	0,70	0,68	104,0	113	0,55	80
Миколаїв	0,56	0,71	0,72	0,63	102,0	115	0,55	144
Одеса	0,69	0,73	0,75	0,59	93,2	98	0,55	88
Полтава	0,70	0,65	0,69	0,64	90,6	120	0,55	178
Рівне	0,67	0,72	0,73	0,70	101,3	132	0,65	109
Сімферополь	0,58	0,67	0,65	0,66	104,0	160	0,45	122
Суми	0,71	0,73	0,69	0,61	89,5	121	0,65	71
Тернопіль	0,67	0,72	0,73	0,70	96,7	183	0,65	106
Ужгород	0,74	0,76	0,70	0,63	94,2	122	0,65	75
Харків	0,67	0,66	0,70	0,68	104,0	83	0,65	74
Херсон	0,61	0,66	0,73	0,61	94,8	60	0,65	86
Хмельницький	0,65	0,71	0,73	0,64	119,0	154	0,65	96
Черкаси	0,68	0,69	0,70	0,64	97,9	119	0,55	92
Чернігів	0,71	0,73	0,69	0,61	88,2	112	0,65	58
Чернівці	0,74	0,76	0,70	0,63	96,2	128	0,65	81