

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Методичні рекомендації
до виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни для магістрів спеціальності
101 «Екологія»

Київ 2018

УДК 574.4.556.18

ББК 28.084

З-41

Укладачі: Волошкіна О.С., д-р техн. наук, професор
Василенко О.А., канд. техн. наук, професор
Василенко Л.О., канд. техн. наук, доцент
Жукова О.Г., канд. техн. наук, доцент

Рецензент: Зоря О.В., канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск О.С.Волошкіна, д-р техн. наук,
професор.

*Затверджено на засіданні кафедри охорони праці і
навколишнього середовища, протокол № 6, від Лютого 2018 року.*

Видається в авторській редакції.

**Збалансоване природокористування: методичні рекомендації до
З-41 виконання розрахунково-графічної роботи / уклад.: О.С. Волошкіна,
та ін. – К.: КНУБА, 2018. – 40с.**

Розглянуто послідовність розрахунків і графічних побудов при проектуванні оптимальної системи водозабезпечення населеного пункту з обґрунтуванням вибору природного джерела, принципової раціональної схеми водопостачання та водовідведення міста, системи локальної очистки виробничих стічних вод промислових підприємств і аналізом динаміки основних характеристик забрудненості природних і стічних вод у системі водокористування.

Призначено для магістрів спеціальності 101 «Екологія».

©КНУБА, 2018

Загальні положення

Багатоаспектна проблема забезпечення природно-техногенної безпеки зумовлена постійним протиріччям між потребами економічного розвитку і обмеженими ресурсо-технологічними можливостями щодо задоволення цих потреб. Управління господарськими об'єктами і регіонами, спрямоване на максимальний економічний ефект, призвело на сучасному етапі до ряду негативних результатів. Унаслідок зростаючого антропогенного впливу на природне середовище та все більш інтенсивного, але не завжди раціонального, використання трудових ресурсів при обмеженій безпеці виробничих процесів у багатьох країнах світу проявилась стійка тенденція до збільшення кількості аварій, руйнівних стихійних явищ, небезпечних забруднень. Відповідно зростають непродуктивні витрати матеріальних і фінансових ресурсів на локацію та ліквідацію надзвичайних ситуацій різного походження. У таких умовах при підготовці господарських рішень вже недостатньо враховувати лише економічний зиск. Потрібно враховувати також взаємопов'язані з цими рішеннями техногенні, природні і соціальні ризики з метою мінімізації можливих втрат від уражаючих впливів і необхідних витрат на забезпечення безпеки.

Збалансоване використання природних ресурсів держави є одним з основних чинників її соціально-економічного розвитку, зокрема задоволення вимог соціальної сфери, забезпечення усіх без винятку галузей економіки та збереження екосистем.

У даній роботі приведено методику розрахунку і графічної побудови принципової схеми водокористування населеного пункту.

Загальні відомості про розрахунково-графічну роботу

Данарозрахунково-графічна робота виконується магістрами спеціальності 101 «Екологія», галузь знань 10 – «Природничі науки» відповідно до програми навчання за спеціальністю «Екологія» з метою набуття ними практичного досвіду по розрахунках і графічних побудовах при проектуванні принципової системи водокористування населеного пункту.

У роботі передбачається виконання розрахунків по обґрунтуванню вибору природного джерела, створенню принципової раціональної схеми водопостачання та водовідведення міста, визначенню різновидів систем локальної очистки виробничих стічних вод (СВ) промислових підприємств (ППР). Завершення роботи пов'язане із аналізом динаміки основних характеристик забрудненості природних і стічних вод у системі водокористування міста від водозабору до контрольного створу у водоймі - приймальнику очищених стічних вод учасників водогосподарського комплексу та населеного пункту.

Розрахунково-графічна робота виконується у вигляді *розрахунково-пояснювальної записки* з окремими *графічними фрагментами*, які розміщуються в ній.

РОЗДІЛ А
(зразок пояснювальної записки)

1. ВСТУП

Об'єкт проектування – населений пункт.

У цій розрахунково-графічній роботі використовуються розрахунки і графічні побудови для умовного населеного пункту України.

Споживачі води і джерела утворення СВ

- населення міста;
- промислові підприємства ППР1, ППР2, ППР3.

Суб'єктами проектування (споживачами води та місцями утворення побутових і виробничих стічних вод) є 4 комплекси – (1) населення міста, (2, 3, 4) три промислові підприємства, які у вихідних даних будуть позначені як ППР1, ППР2, ППР3. Кожне із цих підприємств у вихідних даних буде конкретизовано за основною продукцією (наприклад: м'ясокомбінат, молокозавод, брикетування вугілля, обробка вовни тощо).

Джерело водопостачання – річка «Д».

Природну водойму, із якої передбачається *забір* річкової води для її подальшої очистки і транспортування до споживачів, в РГР *умовно* названо «Д» - «джерело».

Приймальник СВ міста – річка «ПС».

Природну водойму, у яку передбачається скидання стічних вод міста після їх необхідної очистки. В РГР *умовно* названо «ПС» – «приймальник стічних вод».

Схема руху води і СВ в системі водокористування міста від *водозабору* в р.»Д» до *контрольного створу* в р.»ПС» показана на рис.1.

Згідно із наведеною схемою вода із річки «Д» (водозабір) спрямовується на водопровідні очисні споруди (МВОС), де підлягає доведенню до нормативної (питної) якості, після чого перекачується водопровідною насосною станцією в міську водопровідну мережу до 4-х категорій споживачів (населення і три промислові підприємства).

Споживачі, які використовують воду для власних потреб (побутово-комунальних та виробничих), утворюють забруднені стічні води (СВ). Ці стічні води збираються пристроями системи водовідведення (каналізації) і транспортуються через самопливну мережу до каналізаційної насосної станції, яка подає їх на міські каналізаційні очисні споруди (МКОС). На МКОС стічні води підлягають необхідній очистці до такого ступеню, який дозволяє їх випуск в природну водойму – річку «ПС».

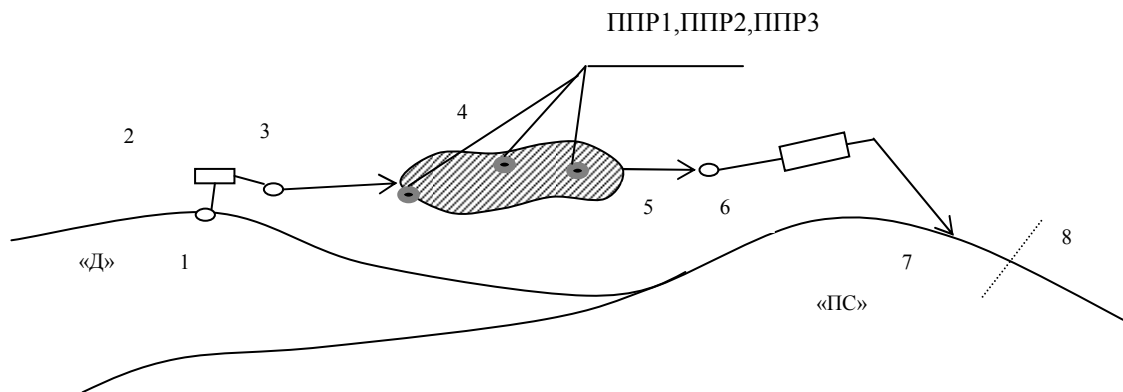


Рис. 1. Умовна схема водокористування міста:

1 – водозабір із річки «Д», 2 – очисна водопровідна станція (МКОС – міські водопровідні очисні споруди), 3 – насосна водопровідна станція, 4 – місто, 5 – насосна каналізаційна станція, 6 – очисна каналізаційна станція (МКОС – міські каналізаційні очисні споруди), 7 – випуск очищених СВ в річку «ПС», 8 – контрольний створ річки «ПС»

Поз. 8 на схемі (контрольний створ) відповідає такій нормативно визначеній ділянці річки «ПС», де контролюється стан річкової води після змішування з очищеними стічними водами щодо вмісту нормованих забруднень. В даній роботі показниками таких забруднень визначено «завислі речовини» (ЗР) та «біохімічне споживання кисню» (БСК).

Норматив (ЗР) для контрольного створу визначається як «можливе збільшення у річковій воді вмісту завислих речовин (мг/ дм³) після скиду (мг/дм³)очищених стічних вод». Нормативне (БСК) для контрольного створу відповідає мінімально можливій його величині у річковій воді після скиду очищених стічних вод.

Дозволена величина нормативного вмісту ЗР та БСК в контрольному створі залежить від категорії водойми. За поняттям «категорія» водойми поділяються на водойми господарчо-побутового призначення(ГП), культурно-спортивного призначення (КС), рибогосподарського призначення (Р) та водойми із розведенням цінних порід риби (ЦР).

Норматив (ЗР) складає для водойм категорій (ГП) та (ЦР) 3мг/ дм³, а для водойм категорій (КС) та (Р) він дорівнює 6мг/ дм³.

2. ЗМІСТ ЗАВДАННЯ

Необхідно:

2.1. Визначити кількість води $Q_{\text{заг}}$, $\text{дм}^3/\text{с}$, яку необхідно забрати з р.»Д».

Тобто необхідно розрахувати витрати ($\text{дм}^3/\text{с}$) води питної якості для побутових потреб населення, побутових і виробничих потреб кожного із промислових підприємств, кількість води на непередбачені втрати, а також витрати води для функціонування власних виробничих об'єктів системи водокористування міста (тобто МВОС та МКОС)

2.2. Визначити достатність потужності р. «Д» для забезпечення міста водою. В разі недостатності потужності річки обрати тип спеціальних гідротехнічних прийомів для забезпечення необхідної кількості води. Побудувати схему балансу витрат із р.»Д»

У вихідних даних буде наведено всю необхідну інформацію щодо витратних можливостей (потужностей) річки «Д» при двох різних рівнях забезпеченості (95% та 90%). За цією інформацією слід буде оцінити потужність даної водойми по забезпеченню міста водою в достатній кількості. При цьому буде з'ясована або необхідність, або відсутність застосування спеціальних гідротехнічних заходів (наприклад, утворення водосховищ для накопичення надлишку річкової води в період весняних повеней або протягом одного року – «сезонне регулювання», або протягом багатьох років – «багаторічне регулювання» для покриття потреби міста у воді. За виконаними розрахунками слід буде побудувати схему балансу витрат із р.»Д».

2.3. Скласти загальну балансову схему водокористування та відведення СВ по місту в цілому і виконати її кількісний аналіз.

За виконаними в п.п. 2.1 і 2.2 розрахунками необхідно буде по кожному із 8 елементів системи водокористування міста (водозбору із річки «Д», МВОС, населенню, ППР1, ППР2, ППР3, МКОС, випуску в річку «ПС») та по місту в цілому скласти кількісну балансову схему витрат питної води та утворених стічних вод і виконати аналіз цієї схеми з точки зору її раціональності.

2.4. Визначити кількість СВ по місту і їх якісні показники.

Для тих елементів системи водокористування міста, які одночасно виступають і як джерела утворення стічних вод (населення, ППР1, ППР2, ППР3, МВОС, МКНС), необхідно визначити витрати ($\text{дм}^3/\text{с}$) утворених стічних вод та проаналізувати їх якісні характеристики (у $\text{мг}/\text{дм}^3$ за ЗР та

БСК). Для промислових підприємств необхідно з'ясувати або можливість скиду до міських каналізації виробничих стічних вод без їх попередньої очистки, або потребу в улаштуванні на конкретному ППР спеціальних локальних очисних споруд для виробничих стічних вод. На підставі отриманих даних необхідно буде розрахувати вміст (г/м^3) ЗР та БСК у суміші всіх категорій стічних вод міста, які спрямовується для очистки на МКОС.

2.5. З'ясувати умови скидання СВ міста в р. «ПС».

За вихідними даними, які характеризують гідродинамічні та якісні фізико-хімічні показники р. «ПС», необхідно буде визначити рівень показників ЗР та БСК, при якому стічні води міста можуть бути дозволені до скидання в цю водойму.

2.6. Побудувати графіки динаміки забруднень у воді і у СВ по всіх етапах їх руху від п. 1 до п. 8 (рис.1).

За якісними характеристиками природних вод річок «Д» і «ПС», питної води, стічних вод від усіх джерел їх утворення слід побудувати загальні графіки зміни цих показників (окремо по ЗР і окремо по БСК) по всіх елементах загальної схеми руху води – від водозабору (поз.1 рис.1) до контрольного створу (поз.8рис.1).

3. ВИХІДНІ ДАНІ

Далі наведено вихідні дані для умовного № варіанту, за якими будуть виконуватись в цьому прикладі пояснювальної записки всі подальші розрахунки.

Дані за табл..ВД 1

Як було вказано в «Загальних відомостях про РГР», вихідні дані подано у розділі 2 цих методичних вказівок у вигляді окремих таблиць. Так, зокрема, у таблиці ВД1 («вихідні дані 1») наведено основну інформацію про характеристики об'єктів проектування. У таблиці ВД2 – дані по нормативам витрат води та водовідведення промислових підприємств. У таблиці ВД3 – витратно-швидкісні характеристики річок. У таблиці ВД4 – концентрації ЗР та БСК виробничих стічних вод ППР.

Далі будуть наведені певні конкретні цифри для зразка умовного варіанту РГР.

3.1. Витрати води для населення ($Q_{\text{нас}}$) – $900 \text{ дм}^3/\text{с}$

Це витрата води питної якості для господарчо-побутових потреб населення.

3.2. № ППР – 5, 36, 4.

Усі можливі для даного проекту різновиди промислових підприємств пронумеровані у таблиці ВД2 в алфавітному порядку від №1 «Азбестоцементні труби» до №42 «Щебеневий завод».

В даному прикладі використано ППР1 - №5 «Брикетування вугілля», ППР2 - №36 «Фосфориста мука», ППР3 - №4 «Бавовняно-паперовий комбінат».

Необхідна числова інформація по кожному ППР щодо:

- одиниць виміру основної продукції ППР;
- добової кількості випуску цієї продукції на даному підприємстві (од/доб);
- характеру системи водопостачання ППР (оборотна чи прямоточна);
- норматив витрат питної води та кількості утворюваних стічних вод у розрахунку на випуск одиниці продукції ППР ($\text{м}^3/\text{од}$), яка буде використана для подальших розрахунків, отримана із таблиці ВД2і наведена у цьому розділі пояснювальної записки в пункті 3.13.

3.3. №річок – «Д» (IV – 2), «ПС» (III – 1)

Всі можливі для даноїРГР різновиди річок пронумеровані за системою № римське число від I до III, та № арабське число від 1 до 3.. Для усіх 9 річок від I-1 до III-3 у таблиці ВД3 наведено відповідні витратно-швидкісні характеристики, необхідні для подальших розрахунків. В даному прикладі річка «Д» має умовний номер IV-2, якого в таблиці ВД3 не існує. Для річок «IV-2» та для III-1» числову інформацію наведено нижче, як в табл..ВД3.

№ річок	Багаторічна витрата Q_0 , $\text{м}^3/\text{с}$	Середні витрати, $\text{м}^3/\text{с}$ (при забезпеченості,%)				Швидкість води м/с
		річна $Q_{\text{ср}}$		місячна $Q_{\text{см}}$		
		95%	90%	95%	90%	
«Д» IV - 2	7,0	2,0	2,3	1,7	1,9	1,2 (0,6)
«ПС» III-1	18	8	9	6	7	1,8 (0,8)

3.4. Категорія системи водопостачання міста – II

В данійРГР розглядаються населені пункти однієї із двох категорій системи водопостачання – або I, або II. Категорія системи водопостачання міста враховується при визначені придатності р. «Д» для забезпечення

потреб міста у воді. Якщо система водопостачання міста віднесена до I категорії, тоді в розрахунках приймаються до уваги витрати води річки тільки при (увага!!!) 95% забезпеченості. Для міста з II категорією системи водопостачання у певних розрахунках приймаються до уваги витрати води річки 90% забезпеченості. Більше конкретна інформація з цього приводу буде наведені далі – у коментаріях табл. 4.3.

3.5. Концентрації забруднень побутових СВ. Завислі речовини ($C_{зав}$) – 240 г/м³, БСК₂₀ – 220 г/м³. Ці дані будуть використані при розрахунках забрудненості суміші стічних вод, що потрапляють на МКОС.

3.6. Розрахункова довжина річки «ПС» по фарватеру (S) – 2600м. Мається на увазі відстань за фарватером річки «ПС» від місця випуску очищених на МКОС стічних вод до контрольного створу (поз.8 на рис.1).

3.7. Коефіцієнт гідродинамічних факторів змішування СВ з річковою водою (α) – 0,25. Цей коефіцієнт вміщує в собі певну кількісну характеристику умов змішування стічних вод при їх випуску з річковою водою.

3.8. Категорія р. «ПС» - ГП. Про категорію річок див. коментар до схеми рис.1.

3.9. Концентрації забруднень річкової води р. «ПС». Завислі речовини ($C_{зав}$) – 22 г/м³, БСК₂₀ – 2,2 г/м³

3.10. Константи швидкості процесів. Споживання кисню при випуску СВ в р.«ПС» (K_1) – 0,06дб⁻¹, Реаерації річкової води р. «ПС» (K_2) – 0,24 дб⁻¹.

Ці дані будуть використані при визначенні дозволеного рівня вмісту ЗР та БСК очищених стічних вод міста при скиданні у річку ПС.

3.11. Концентрації забруднень річкової води р. «Д». Завислі речовини ($C_{зав}$) – 18 г/м³, БСК₂₀ – 2,3 г/м³. Ці дані потрібні при виконанні графіків динаміки змін концентрації ЗР та БСК від водозабору із р. «Д» до контрольного створу в р. «ПС».

3.12. Концентрації забруднень технологічних СВ ППр (див. табл. ВД4), Завислі речовини ($C_{зав}$) – ППр1 650 г/м³, ППр2 570г/м³, ППр3 490 г/м³, БСК₂₀ – ППр1 680 гО₂/м³, ППр2 410гО₂/м³, ППр3 520 гО₂/м³

3.13. Нормативи витрат води і стічних вод по ППр (див. наступну таблицю).

Добовий випуск промислової продукції (за даними таблиці ВД2, стор. 16): ППр1 – 28 од (28000т); ППр2 – 3930т; ППр3 – 32т.

Таблиця 4

Промислове підприємство		Одиниці вимірювання продукції (т)	Система водопостачання	Витрати води					Витрати СВ				Втрати	
№	Назва			Оборотна	Свіжа		Разом	Разом	З очисткою		Без очистки	Фільтрація		
					технологічна	Питна			технологічна	Побутова				
						Виробнича								побутова
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	Брикетування вугілля	1000	об	300	880	50	40	970	700	560	30	110	-	270
36	Фосфориста мука	1	об	1,7	0,2	-	0,3	0,5	0,4	0,2	0,2	-	-	0,1
4	Бавовняно-паперовий комб	1	об	1100	310	90	20	420	270	240	18	12	-	150

4. РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

4.1. Витрати різних категорій води та стічних вод по промисловим підприємствам (ППР1,2,3)

Основна розрахункова залежність:

$$q, \text{ л/с} = \frac{a, \text{ м}^3/\text{год} \times M, \text{ од/доб} \times 1000 \text{ л/м}^3}{86400 \text{ с/доб}}, \quad (1)$$

де – **a** – норма витрати води на одиницю продукції (м³/год), яка подана в таблиці за п.3.13; **M** – добова продуктивність ППР (од/доб), за вихідними даними табл. за п.3.13.

Розрахунки витрат (л/с) питної води на різні потреби ППР та утворених на ППР стічних вод від різних технологічних блоків підприємства виконуються за залежністю (1) по даним, розміщеним в таблиці за п.3.13, по стовпчикам від 5 до 15. Оскільки в кожному черговому розрахунку для даного ППР змінюватись можуть тільки параметри «a, м³/од» в той час як параметр «M, од/доб» залишається незмінним для даного ППР, тому доцільно для даного ППР використати сталий вираз (коефіцієнт K_{ППР}).

Далі наведено розрахунки величини q по кожному ППР з урахуванням сталого коефіцієнта:

$$K_{\text{ППР}} = M_{\text{ППР}} \times \frac{1000}{86400} \left(\text{од} \cdot \frac{\text{л}}{\text{м}^3 \cdot \text{с}} \right)$$

В розрахунках доцільно приймати таку точність результатів:

- коефіцієнт K_{ППР} – три знаки після коми;
- коефіцієнт q – один знак після коми.

$$\text{ППР1} M_1 = 28$$

$$K_1 = 28 \cdot 1000/86400 = 0,324$$

В подальших розрахунках прийнято такі скороченні позначення витрат різних категорій води і стічних вод ППР (по даним табл. за п.3.13):

витрати води(л/с; м³/год)

оборотної – q_{об}

технічної – q_{тх}

виробничої – q_{вир}

побутової – q_{поб}

разом – q_{раз}

витрати стічних вод(л/с;м³/год)

разом – $q_{св\ раз}$

технологічних – $q_{свтх}$

побутових – $q_{свпоб}$

без очистки – $q_{б/о}$

фільтраційних – $q_{філ.}$

Витрати води

$$q_{об} = 0,324 \cdot 300 = 97,2$$

$$q_{тх} = 0,324 \cdot 880 = 265,1$$

$$q_{вир} = 0,324 \cdot 50 = 16,2$$

$$q_{поб} = 0,324 \cdot 40 = 13,0$$

$$q_{раз} = 285,1 + 16,2 + 13,0 = 314,3$$

Вираз $q_{раз}$ – загальна витрата волди на ППР дорівнює сумі витрат технічної води, води на виробничі потреби, води на побутові потреби.

Витрати СВ (л/с)

$$q_{св\ тх1} = 0,324 \cdot 560 = 181,4$$

$$q_{св\ поб1} = 0,324 \cdot 30 = 9,7$$

$$q_{св\ б/о1} = 0,324 \cdot 110 = 35,6$$

$$q_{св\ філт1} = 0$$

$$q_{св\ раз1} = 181,4 + 9,7 + 35,6 = 226,7$$

Вираз $q_{св\ раз}$ – загальна витрата стічної води на ППР дорівнює сумі витрат стічних вод від технологічних об'єктів, від побутових приладів, стічної води, яка не потребує очистки перед її скиданням в міську мережу, та фільтраційних вод.

Втрати (л/с)

$$q_{втр1} = 314,3 - 226,7 = 87,6$$

втрати води на ППР $q_{втр}$ дорівнюють різниці між загальною витратою води та загальною витратою стічних вод.

$$ППР2M_2 = 3930$$

$$K_2 = 3930 \cdot 1000/86400 = 45,49$$

Витрати води(л/с)

$$q_{об2} = 45,49 \cdot 1,7 = 77,3$$

$$q_{\text{тх}2} = 45,49 \cdot 0,2 = 9,1$$

$$q_{\text{вир}2} = 0$$

$$q_{\text{поб}2} = 45,49 \cdot 0,3 = 13,6$$

$$q_{\text{раз}2} = 9,1 + 13,6 = 22,7$$

Витрати СВ (л/с)

$$q_{\text{св тх}2} = 45,49 \cdot 0,2 = 9,1$$

$$q_{\text{св поб}2} = 45,49 \cdot 0,3 = 13,6$$

$$q_{\text{св б/о}2} = 0$$

$$q_{\text{св філт}2} = 0$$

$$q_{\text{св раз}2} = 9,1 + 13,6 = 22,7$$

Втрати (л/с)

$$q_{\text{втр}2} = 22,7 - 18,2 = 4,5$$

$$\text{ППРЗМ}_3 = 32$$

$$K_3 = 32 \cdot 1000/86400 = 0,37$$

Витрати води(л/с)

$$q_{\text{об}3} = 0,37 \cdot 1100 = 407$$

$$q_{\text{тх}3} = 0,37 \cdot 310 = 114,7$$

$$q_{\text{вир}3} = 0,37 \cdot 90 = 33,3$$

$$q_{\text{поб}3} = 0,37 \cdot 20 = 7,4$$

$$q_{\text{раз}3} = 114,7 + 33,3 + 7,4 = 155,4$$

Витрати СВ (л/с)

$$q_{\text{св тх}3} = 0,37 \cdot 240 = 88,8$$

$$q_{\text{св поб}3} = 0,37 \cdot 18 = 6,7$$

$$q_{\text{св б/о}3} = 0,37 \cdot 12 = 4,4$$

$$q_{\text{св філт}3} = 0$$

$$q_{\text{св раз}3} = 88,8 + 6,7 + 4,4 = 99,9$$

Втрати (л/с)

$$q_{\text{втр}3} = 155,4 - 99,9 = 55,5$$

Результати розрахунків q по всіх ППР внесено у знаменники табл. 4.1

За отриманими в табл. 4.1 значеннями витрат води, л/с складається схеми водокористування кожного із трьох ППР (рис. 2.1, 2.2, 2.3).

Для зручності подальшого використання даних цих схем в розрахунках, пов'язаних з визначенням концентрацій СВ, доцільно умовно

позначити (певними змістовними скороченнями)) окремі фрагменти системи водовідведення ППР, наприклад, ТХ – технологічні СВ, ПБ – побутові СВ, Б/О – СВ, що не потребують очистки при скиданні в міську каналізацію, Ф – фільтраційні СВ після локальних очисних споруд ППР (ЛОС ППР).

4.2. Баланс водокористування із річки «Д».

В таблиці 4.2 подано результати розрахунку загальної необхідної витрати в одній із річки «Д», л/с для забезпечення потреб всіх споживачів системи водокористування міста.

Загальна потреба всіх споживачів міста у воді складається із таких елементів:

- споживання води населенням (п.3.1 вихідних даних);
- споживання води кожним із ППР (табл.. 4.1);
- непередбачувані витрати води в міському водопроводі (до 10% від сумарних потреб населення і ППР);
- споживання води об'єктами системи водопостачання і водовідведення міста на власні потреби, тобто міською водопровідною очисною станцією, МКОС (до 5% від сумарних потреб населення, ППР і непередбачуваних витрат води).

Таблиця 4.1

Промислове підприємство		Одиниці вимірювання продукції (т)	Система водопостачання	Витрати води (л/с)					Витрати СВ (л/с)				Витрати	
№	Назва			Оборотна	Свіжа		Разом	Разом	З очисткою		Без очистки	Фільтрація		
					технологічна	Питна			технологічна	Побутова				
						Виробнича								побутова
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	Брикетування вугілля	1000	об	$\frac{300}{97,2}$	$\frac{880}{285,1}$	$\frac{50}{16,2}$	$\frac{40}{13,0}$	$\frac{970}{314,3}$	$\frac{700}{226,7}$	$\frac{560}{181,4}$	$\frac{30}{9,7}$	$\frac{11}{0}$ 35,6	- -	$\frac{270}{87,6}$
3 6	Фосфориста мука	1	об	$\frac{1,7}{77,3}$	$\frac{0,2}{9,1}$	- -	$\frac{0,3}{13,6}$	$\frac{0,5}{22,7}$	$\frac{0,4}{18,2}$	$\frac{0,2}{9,1}$	$\frac{0,2}{9,1}$	- -	- -	$\frac{0,1}{4,5}$
4	Бавовняно-паперовий комб	1	об	$\frac{1100}{407}$	$\frac{310}{114,7}$	$\frac{90}{33,3}$	$\frac{20}{7,4}$	$\frac{420}{155,4}$	$\frac{270}{99,9}$	$\frac{240}{88,8}$	$\frac{18}{6,7}$	$\frac{12}{4,4}$	- -	$\frac{150}{55,5}$

Таблиця 4.2

№ пор.	Показники	Витрата л/с
1	Водокористування населення, $Q_{нас}$ Водокористування ППР $Q_{ППР1}$ $Q_{ППР2}$ $Q_{ППР3}$	900 314,3 22,7 155,4
3	Разом	1392,4
4	Невраховані втрати по місту	139,2
5	Разом	1531,6
6	Власні потреби системи водопостачання та водовідведення	76,6
7	Розрахунковий водозабір із річки, Q_v	1608,2

В подальших розрахунках приймаємо розрахунки приймається розрахунковий водозабір із річки Q_v , який дорівнює 1608,2 л/с.

Баланс водокористування із річки «Д» виконується з метою з'ясування достатності її потужності для забезпечення потреб міста. Використовуємо наведені у вихідних даних (табл. 3.14) гідрометричні характеристики річки «Д».

Розрахунки по балансу зведено в табл. 4.3.

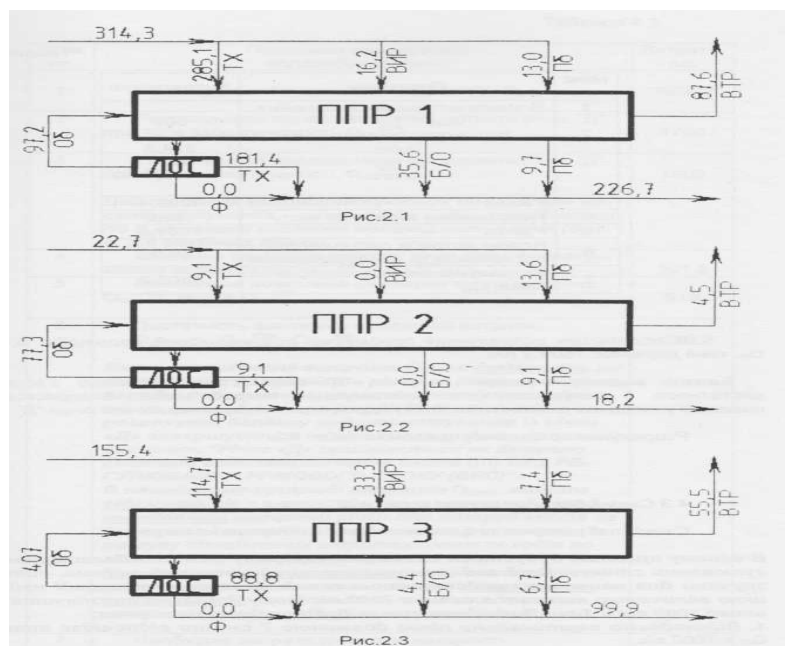


Рис. 2. Балансові схеми водокористування ППР

4.3. Схема балансу витрат із річки «Д».

Схема побудована за даними табл. 4.3.і. наведена на рис. 3.

В даному прикладі будується схема для варіанту БРПС – багаторічне регулювання стоку. Слід задати вертикальний масштаб значень витрат, зручний для наочного представлення схеми. В прикладі, який розглядається, найбільшою величиною витрат в схемі 7000 л/с тому доцільно призначити масштаб 1000 л/с в 1 см. Послідовність побудови схеми наступна:

1. Відкладаємо вертикальну лінію довжиною 7 см, що відповідає витраті $Q_0 = 7000$ л/с.

2. Від вертикального краю цієї лінії викладаємо вниз відрізок довжиною 1,6 см, що приблизно відповідає витраті $Q_v = 1608,2$ л/с, і відокремлює цю частину загальної витрати річки у вигляді дугоподібної стрілки, спрямованої вверх і назовні – це споживання води містом.

Таблиця 4.3

№ пор	Показники водовідбору і водозабезпеченості	Витрати, л/с
1	Розрахунковий водовідбір із річки «Д» Q_v	1608,2
2	Розрахункова середньомісячна витрата річки «Д» при 95% забезпеченості $Q_{см}^{95\%}$	1700
3	Розрахункова середньомісячна витрата річки «Д» при 90% забезпеченості $Q_{см}^{90\%}$ <i>Цей показник використовується тільки для населених пунктів – споживачів води, які віднесено до II категорії системи водокористування (див.п. 3.4 вихідних даних)</i>	1900
4	Фактична санітарна витрата річки після розрахункового водовідбору. $Q_{сан}^{фак} = Q_{см}^{90\%} - Q_v$	291,8
5	Мінімальна дозволена санітарна витрата в річці. $Q_{сан}^{мін} = 0,3 \times Q_{см}^{95\%}$	510
6	Достатність фактичної санітарної витрати. $Q_{дост} = Q_{см}^{фак} - Q_{сан}^{мін}$ <i>Якщо розрахована величина $Q_{дост}$ є <u>достатньою</u>. Це означає, що потужність річки за розрахунковою середньомісячною витратою повністю забезпечує потреби міста у воді. Тоді на цьому розрахунок балансу водокористування із річки «Д» завершується і в кінці його робиться такий висновок: «Річка «Д» приймається як джерело системи водо забезпечення міста (!!!)БЕЗ РЕГУЛЮВАННЯ РІЧКОВОГО СТОКУ (БРС)». В наведеному прикладі величина $Q_{дост}$ вийшла <u>від'ємною</u>. Це означає, що розрахункової середньомісячної витрати річки для потреб міста не вистачає і потрібно продовжити розрахунки із пошуку спеціальних гідротехнічних заходів по збільшенню потужності річки. <u>Першим</u> кроком в цьому напрямку є влаштування водосховища для накопичення <u>весняних паводкових вод</u>, що дозволяє перейти до розрахункової середньорічної витрати води в річці.</i>	-218,2

7	Необхідна витрата річки при наявності водосховища. $Q_{\text{всх}} = 1,2Q_{\text{в}} + Q_{\text{сан}}^{\text{мін}}$	2439,8
8	Розрахункова середньорічна витрата річки 90% забезпеченості. $Q_{\text{ср}}^{90\%}$	2300
9	Залишок в річці після водосховища. $Q_{\text{зал.всх}} = Q_{\text{ср}}^{90\%} - Q_{\text{всх}}$ <i>Якщо розрахункова величина $Q_{\text{зал.всх}}$ є <u>достатньою</u>, це означає, о потужність річки за розрахунковою <u>середньорічною</u>, витратою повністю забезпечує потреби міста у воді. Тоді на цьому розрахунок балансу водокористування із річки «Д» завершується і в кінці його робиться такий висновок: «Річка «Д» приймається як джерело системи водозабезпечення міста (!!!) ІЗ СЕРЕДНЬОРІЧНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ РІЧКОВОГО СТОКУ (СРС)». В наведеному прикладі величина $Q_{\text{зал.всх}}$ вийшла <u>від'ємною</u>. Це означає, що розрахункової <u>середньорічної</u> витрати річки для потреб міста також не вистачає і потрібно продовжити розрахунки із пошуку спеціальних гідротехнічних заходів по збільшенню потужності річки. Другим кроком в цьому напрямку є влаштування водосховища для накопичення <u>багаторічних</u> пікових надходжень річкової води, що дозволяє перейти до <u>багаторічної</u> витрати води в річці.</i>	-139,8
10	Багаторічна витрата води. Q_0	7000
11	Залишок в річці після водосховища $Q_{\text{зал.всх}} = Q_0 - Q_{\text{всх}}$ <i>Той факт, що величина $Q_{\text{зал.всх}}$ вийшла <u>достатньою</u> означає, що багаторічної витрати води річки «Д» вистачає для забезпечення міста водою. На цьому розрахунок балансу водокористування із річки «Д» завершується і в кінці його робиться такий висновок: «Річка «Д» приймається як джерело системи водо забезпечення міста (!!!) ІЗ БАГАТОРІЧНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ РІЧКОВОГО СТОКУ (БРРС)».</i>	4560,2

Висновок. Річка «Д» приймається як джерело системи водо забезпечення міста ІЗ БАГАТОРІЧНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ РІЧКОВОГО СТОКУ (БРРС).

3. Від нижнього краю вертикальної лінії відкладаємо відрізок довжиною 0,3 см, що приблизно відповідає втратам води із водосховища (0,2 від $Q_{\text{в}}$) 321,6 л/с і відокремлює цю частину загальної витрати річки у вигляді дугоподібної стрілки, спрямованої униз і назовні – це втрати води із водосховища.

4. Частина загальної витрати річки, що знаходиться між нижнім краєм верхньої стрілки і верхнім краєм нижньої стрілки відповідає витраті річкової води, що залишилась в річці після водовідбору для потреб міста та втрат води із водосховища (7999-1608,2-321,6=5070,2 л/с). спеціально фіксуємо пунктирною лінією в складі цієї витрати ту її частину, що відповідає «мінімальній дозволений санітарній витраті $Q_{\text{сан}}^{\text{мін}} = 510$ л/с

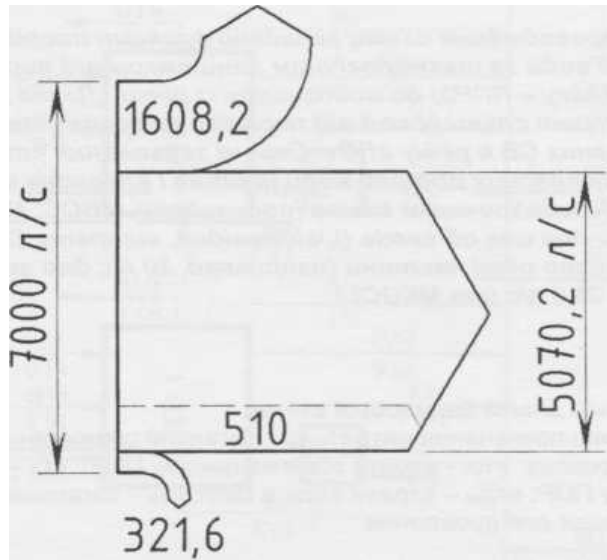


Рис. 3 Схема балансу витрат із річки «Д»

Аналогічно даній схемі будується схема за варіантом СРС – сезонне регулювання стоку за єдиним виключенням: у пункті 1 процедури відкладається не витрата Q_0 , а витрата $Q_{\text{ср}}^{90\%}$, якщо місто було віднесено до II категорії системи водокористування, або $Q_{\text{ср}}^{95\%}$, якщо місто віднесено до I категорії системи водокористування.

За варіантом БРС – без регулювання стоку у пункті 1 відкладається витрата $Q_{\text{см}}^{95\%}$ або $Q_{\text{см}}^{90\%}$ (для відповідної категорії системи водокористування), а пункт 3 процедури взагалі відсутній, оскільки немає водосховища.

4.4 Загальна балансова схема водокористування міста та її кількісний аналіз

Загальна балансова схема водокористування міста наведена на рис. 4. Схему складено за такими даними:

- споживання води населенням міста (99л/с);
- балансові схеми водокористування по всім трьом ППР (табл..4.1);
- невраховані втрати води по місту(139,2л/с);
- власні потреби води підприємствами водо забезпечення міста (76,6 л/с).

В числове супроводження схеми вкладено принцип послідовного накопичення витрат води за технологічним ланцюжком від першого споживача (в нашому випадку – ППР3) до водозабору із річки «Д» та аналогічного накопичення витрат стічних вод від першого джерела

утворення (ППР3) до випуску очищених СВ в річку «ПС». Окремі зауваження стосуються принципу розподілу власних потреб води (а отже і власного скиду СВ) для підприємств водозабезпечення міста (водозабору, МВОС, МКОС). Загальну витрату води для цих об'єктів (і, відповідно, витрату СВ) варто поділити на три приблизно рівні частини (наприклад, 20 л/с для водозабору, 28 л/с для МВОС та 28,6 л/с для МКОС)

Кількісний аналіз балансової схеми.

Скорочені умовні позначення витрат: q_i – загальне споживання води для ППР із міського водопроводу, $втр_i$ – втрати води на даному ППР, $об_i$ – витрати оборотної води на даному ППР, $втр_м$ – втрати води в місті, $q_м$ – загальний водозабір із річки, $q_{нас}$ – витрата води для населення.

а) Процент втрат води

- по промисловим підприємствам

$$P_{втр_i} = (втр_i/q_i) \cdot 100\%;$$

$$\text{по ППР1 } P_{втр_1} = (87,6/314,3) \cdot 100\% = 27,9\%;$$

$$\text{по ППР2 } P_{втр_2} = (4,5/22,7) \cdot 100\% = 19,8\%$$

$$\text{по ППР3 } P_{втр_3} = (55,5/155,4) \cdot 100\% = 35,7\%;$$

- по місту в цілому:

$$P_{втр_м} = \frac{(втр_1 + втр_2 + втр_3 + втр_м)}{q_м + об_1 + об_2 + об_3} \times 100\%$$

$$P_{втр_м} = \frac{87,6 + 4,5 + 55,5 + 139,2}{1608 + 97,2 + 77,3 + 407} \times 100\% = 13,1\%$$

б) Коефіцієнт використання води

- по промисловим підприємствам:

$$K_{a1} = \frac{q_i + об_i + втр_i}{q_i + об_i}$$

$$\text{по ППР1 } K_{в1} = \frac{97,3+3,11-19,5}{97,3+311} = 0,952$$

$$\text{по ППР2 } K_{в2} = \frac{383,4+79,9-8,1}{9,7+311} = 0,983$$

$$\text{по ППР } K_{в3} = \frac{33,4+87-4,3}{33,4+87} = 0,964$$

по місту в цілому

$K_{вм}$

$$= \frac{(q_{нас} + q_1 + q_2 + q_3 + об_1 + об_2 + об_3) - (втр_1 + втр_2 + втр_3 + втр_м)}{q_{нас} + q_1 + q_2 + q_3 + об_1 + об_2 + об_3}$$

$$K_{вм} = \frac{(300+97,3+383,4+33,4+311+79,9+87) - (19,5+8,1+4,3+351,4)}{3000+97,3+383,4+33,4+311+79,9+87} = 0,904.$$

в) Процент оборотної води

- по промисловим підприємствам:

$$P_{об1} = \frac{об_i}{об_i + q_i} 100\%;$$

по ППР1 $P_{об1} = \frac{311}{311+97,3} 100\% = 76,2\%$

по ППР2 $P_{об2} = \frac{79,9}{79,9+383,4} 100\% = 17,7\%$

по ППР3 $P_{об3} = \frac{87}{87+33,4} 100\% = 72,3\%$

по місту в цілому:

$$P_{обм} = \frac{об_1 + об_2 + об_3}{об_1 + об_2 + об_3 + q_{нас} + q_1 + q_2 + q_3} 100\%$$

$$P_{обм} = \frac{311 + 79,9 + 87}{311 + 79,9 + 87 + 3000 + 97,3 + 383,4 + 33,4} 100\% = 12\%$$

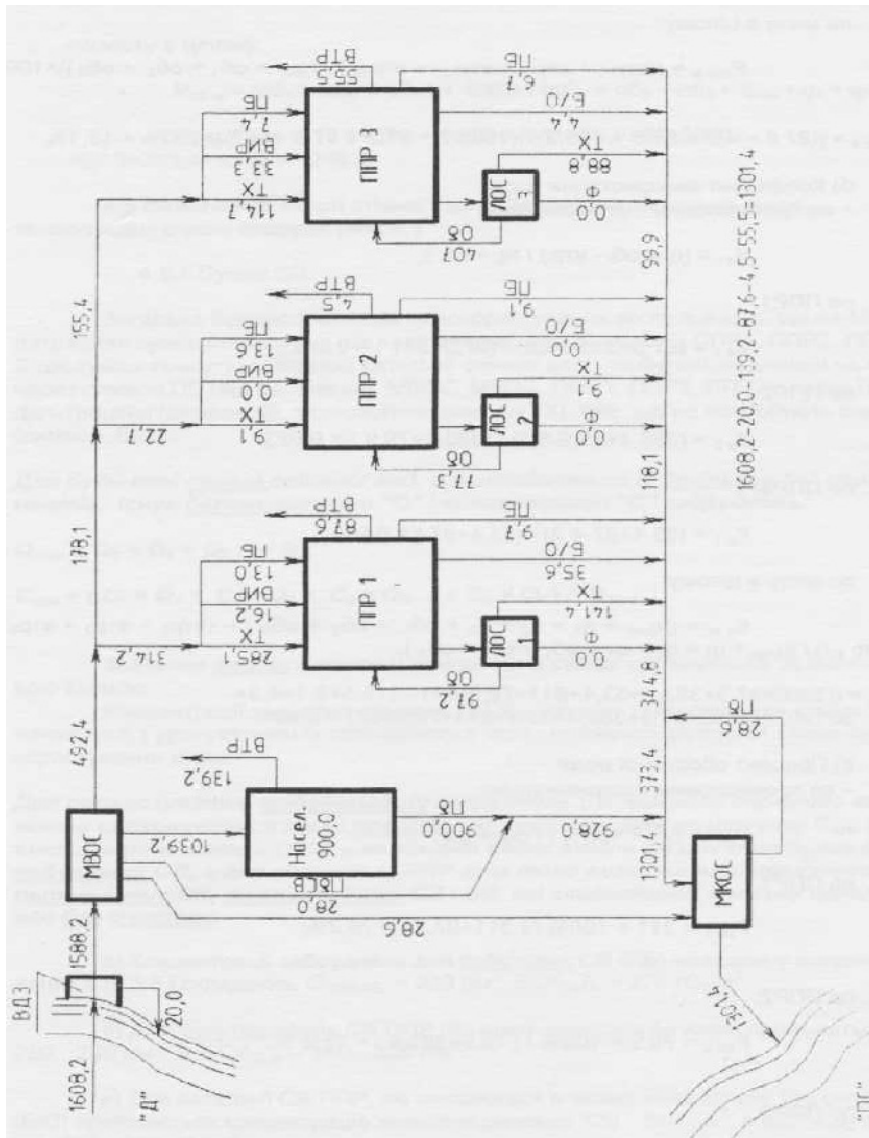


Рис.4 .Принципова балансова схема водокористування міста (л/с)

4.5. Визначення якості стічної води (СВ), що потрапляє на міські каналізаційні споруди (МКОС).

4.5.1. Суміш СВ.

Загальна балансова схема водокористування міста показує, що на МКОС потрапляє суміш стічних вод від: населення, МВОС, МКОС, ППР1, ППР2, ППР3. В цій суміші присутні такі якісні категорії стічних вод: побутові, позначені на схемі через символ ПБ (від населення, МВОС, МКОС, ППР1, ППР2, ППР3) та від ППР – фільтраційні (символ Ф), технологічні (символ ТХ), такі, що не потребують очистки (символ Б/О).

Для будь-якої суміші стічних вод, що складається із декількох «n» компонентів, існує баланс витрат «Q» і концентрацій «C»:

$$Q_{\text{сум}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$$

$$C_{\text{сум}} = \frac{C_1 \times Q_1 + C_2 \times Q_2 + C_3 \times Q_3 + \dots + C_n \times Q_n}{Q_{\text{сум}}}$$

Значення витрат кожного із компонентів суміші отримуються за балансовою схемою.

Концентрації завислих речовин і БСК₂₀ кожного із компонентів суміші визначаються з урахуванням їх проходження через елементи загальної схеми водокористування міста.

Для прогнозування концентрацій забруднень СВ кожного окремого компонента враховується певні правила і нормативи. Для розрахунку C_{сум} за завислими речовинами і БСК₂₀ необхідно мати величини цих показників для: побутових СВ, а для кожного із ППР крім того визначити ці показники у фільтраційних СВ, технологічних СВ і СВ, які скидаються в міську каналізацію без очистки.

а) Концентрації забруднень для побутових СВ (ПБ) наведені у вихідних даних в п.3.5 і складають C_{зав ПБ} = 240г/м³, БСК_{20ПБ}=220гО₂/м³.

б) Для фільтраційних СВ ППР (Ф) вміст завислих речовин приймається 250...280г/м³.

в) Для категорії СВ ППР, які скидаються в міську каналізацію без очистки (Б/О) приймається концентрація завислих речовин 320...340 г/м³, а БСК_{20 Б/О} в межах 260...290 гО₂/м³.

г) Вміст завислих речовин і БСК₂₀ у технологічних СВ ППР (ТХ) наведено у вихідних даних (п.3.12).

Для технологічних СВ ППР перед їх скиданням в міську каналізацію встановлено нормативний максимальний дозволений вміст завислих

речовин $\leq 400 \text{ г/м}^3$. Якщо цей рівень дотримується, тоді виробничі СВ не проходять ЛОС ППР (локальні очисні споруди ППР) і транзитом без зміни їх забрудненості скидаються в мережу. Якщо ж цей норматив перевищено, тоді на ЛОС ППР застосовується одна із 5 схем попередньої локальної очистки, ефективність яких по завислим речовинам ($E_{\text{зав}}\%$) та по БСК₂₀ ($E_{\text{БСК}}\%$) може прийматися за даними табл.4.4.

Таблиця 4.4

Схема очистки ЛОС	$E_{\text{зав}}\%$	$E_{\text{БСК}}\%$
Механічна очистка спрощена	20...40	10...25
Механічна очистка інтенсифікована	30...55	20...35
Фізико-хімічна очистка спрощена	50...75	30...55
Фізико-хімічна очистка комплексна	70...90	45...60
Неповна біологічна очистка	90...95	55...80

4.5.2 Локальні очисні споруди ППР

Визначаємо необхідність попередньої очистки технологічних СВ ППР.

За даними (п.3.12)

для ППР1. Брикетування вугілля. $C_{\text{зав}1} = 650 \text{ г/м}^3$, $\text{БСК}_{201} = 680 \text{ гО}_2/\text{м}^3$;

для ППР2. Фосфатна мука. $C_{\text{зав}2} = 570 \text{ г/м}^3$, $\text{БСК}_{202} = 410 \text{ гО}_2/\text{м}^3$;

для ППР3. Бавовняно-паперовий комбінат. $C_{\text{зав}3} = 490 \text{ г/м}^3$, $\text{БСК}_{203} = 520 \text{ гО}_2/\text{м}^3$.

Тоді необхідний ефект очистки по нормативу завислих речовин:

$$\text{Для ППР1 } E_1 = \frac{650-400}{650} 100\% = 38,5\%$$

$$\text{Для ППР2 } E_2 = \frac{570-400}{570} 100\% = 29,8\%$$

$$\text{Для ППР3 } E_3 = \frac{490-400}{490} 100\% = 18,4\%.$$

Виходячи із даних таблиці 4.4 для ЛОС ППР1 доцільно використати механічну очистку інтенсифіковану з ефектом видалення завислих речовин близько 40%, а БСК_{20} близько 25% для ЛОС ППР2 і ППР3 – механічну очистку спрощену з ефектом очистки по завислим речовинам на ЛОС ППР2 близько 30%, а на ЛОС ППР3 – близько 20%; по БСК_{20} , відповідно на ЛОС ППР2 близько 15%, а на ЛОС ППР3 – близько 10%.

Що стосується вибору схеми очистки для ЛОС ППР відповідно завислих речовин вона очевидна за табл. 4.4 (бажано приймати її з ефектом, кратним 5%). При обраній за завислими речовинами схемі визначення ефекту очистки по БСК_{20} здійснюється приблизно пропорційно з ефективністю видалення завислих речовин.

Розраховуємо фактичні концентрації завислих речовин і БСК₂₀ в технологічних водах ППР після ЛОС і вносимо результати розрахунків у табл.. 4.5.

$$C_{\text{зав вих}} = \frac{C_{\text{зав тх}} \times (100 - E_{\text{зав}})}{100};$$

$$C_{\text{зав вих1}} = \frac{650 \times (100 - 40)}{100} = 390;$$

$$C_{\text{зав вих2}} = \frac{570 \times (100 - 30)}{100} = 399;$$

$$C_{\text{зав вих3}} = \frac{490 \times (100 - 20)}{100} = 392.$$

Таблиця 4.5

ППР	C _{завтх} , г/м ³	E _{зав} , %	C _{заввих} , г/м ³	БСК _{20,тх} гО ₂ /м ³	E _{БСК} , %	БСК _{20,вих} гО ₂ /м ³
1	2	3	4	5	6	7
1	650	40	390	680	25	510
2	570	30	399	410	15	349
3	490	20	392	520	10	468

4.5.3 Підсумкова таблиця.

Складаємо допоміжну таблицю 4.6 витрат всіх різновидів СВ, які спрямовуються на МКОС (згідно балансової схеми рис.4), і концентрацій в них завислих речовин та БСК₂₀.

Таблиця 4.6

Показники	Різновиди СВ (л/с)										
	Побутові						ТХ			Б/О	
	Насел	МВОС	МКОС	ППР1	ППР2	ППР3	ППР1	ППР2	ППР3	ППР1	ППР3
Витрати, л/с	900	28	28,5	9,7	9,1	6,7	181,4	9,1	88,8	35,6	4,4
Зав.реч. C _{зав} г/м ³	240	240	240	240	240	240	390	399	392	330	330
БСК ₂₀ , L ₂₀ ,гО ₂ /м ³	220	220	220	220	220	220	510	349	468	370	370

За даними табл. 4.6 визначаємо загальну витрату $Q_{\text{сум}}$ л/с суміші СВ, які потрапляють на МКОС та вміст в цій суміші завислих речовин - $C_{\text{зав}}$ г/м³ і БСК₂₀- L_{20} , гО₂/м³.

$$Q_{\text{сум}} = 900 + 28 + 28,6 + 9,7 + 9,1 + 6,7 + 181,4 + 9,1 + 88,8 + 35,6 + 4,4 = 1301,4$$

$$C_{\text{зав}} = \frac{(900 + 28 + 28,6 + 9,7 + 9,1 + 6,7) \times 240 + 181,4 \times 390 + 9,1 \times 399 + 88,8 \times 392 + (35,6 + 4,4) \times 330}{1301,4}$$

$$= 275,2$$

$$L_{20} = \frac{(982,1 \times 220 + 181,4 \times 510 + 9,1 \times 349 + 88,8 \times 468 + 40 \times 370)}{1301,4} = 282,9$$

Таким чином на МКОС надходить суміш СВ міста з витратою 1301,4 л/с та вмістом завислих речовин 275,2 г/м³ і БСК₂₀ 282,9 гО₂/м³.

4.6 Умови випуску очищених СВ міста після МКОС у річку «ПС».

Виконані в п. 4.6.2 розрахунки та показники в табл. 4.6 дані по стану забрудненості СВ міста дозволяють визначити стратегію роботи МКОС з точки зору здатності річки «ПС» реалізувати процеси самоочищення та нормально функціонувати в умовах скиду в неї загального потоку СВ міста. Для оцінки вищезгаданих умов роботи системи самоочищення природної водойми існують методики, які базуються на понятті «змішування» стічної води з річковою водою. Кількісно процес змішування оцінюється через спеціальний параметр – коефіцієнт змішування.

4.6.1 Розрахунок коефіцієнта змішування (γ).

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha\sqrt{S}}}{1 + Q_p \times e^{-\alpha\sqrt{S}}}$$

$Q_{\text{заг СВ}}$

де Q_p - середньомісячна витрата річки ПС для 95% забезпеченості, л/с, α - коефіцієнт, що враховує вплив гідродинамічних факторів на процес змішування, S - довжина річки від випуску СВ до контрольного створу річки ПС, м, $Q_{\text{заг СВ}}$ - розрахункова витрата СВ міста.

За вихідними даними п.3.14 $Q_p = 6000$ л/с; п.3.7 $\alpha = 0,25$; п.3.6 $S = 2600$ м.

За попередніми розрахунками $Q_{\text{заг СВ}} = 1301,4$ л/с.

$$\gamma = \frac{1 - e^{-0,25\sqrt{2600}}}{1 + 6000 \times e^{-0,25\sqrt{2600}}} = 0,846$$

1301,4

Для подальших розрахунків необхідно визначити так званий – витратний коефіцієнт – $K_{\text{витр}}$.

$$K_{\text{витр}} = \frac{\gamma \times Q_p}{Q_{\text{заг СВ}}} = \frac{0,846 \times 6000}{1301,4} = 3,9$$

4.6.2. Визначення $C_{зав}$ і L_{20} , які дозволені для СВ, що скидаються в річку ПС після МКОС.

а)завислі речовини:

$$C_{дозв} = \rho(K_{вирт} + 1) + C_{річк}.$$

де ρ - нормативно дозволене збільшення вмісту завислих речовин в річковій воді після скидання в річку ПС очищених СВ, $г/м^3$, $C_{річк}$ - вміст завислих речовин в річковій воді річки ПС, $г/м^3$.

Параметр ρ залежить від категорії ГП (господарчо-питна); для цієї категорії $\rho=0,25г/м^3$, п.3.9 – $C_{річк}=22 г/м^3$.

Для категорії КС (культурно-спортивна) та Р (рибо господарча) параметр « ρ » складає $0,75 г/м^3$; для категорії ЦР (виробництво цінних порід риб) « ρ » складає $0,25 г/м^3$.

$$C_{дозв}=0,25(3,9+1)=22=23,2г/м^3.$$

б) БСК₂₀(L_{20}):

$$L_{дозв} = \frac{K_{вирт} \times (L_{20ГДК} - L_{20Р} \times 10^{-K \times T}) + L_{20ГДК}}{10^{-K \times T}}.$$

де $L_{20ГДК}$ – нормативна гранично дозволена величина БСК₂₀ для води річки ПС, $гО_2/м^3$; $L_{20Р}$ - фактична величина БСК₂₀ води річки ПС, $гО_2/м^3$; K_1 – константа швидкості споживання кисню у річковій воді, $діб.^{-1}$; K_2 – константа швидкості реаерації річкової води, $діб.^{-2}$; T – тривалість діб добігання річкової води від місця випуску очищених СВ у річку ПС до контрольного створу в цій річці.

$$T = \frac{S}{V \times 86400 \text{с/доб}}.$$

де S - довжина річки від випуску СВ до контрольного створу річки ПС, м;

V - швидкість річкової води, м/с.

За вихідними даними: п.3.14 $V = 0,8$ м/с;

$$T = \frac{2600}{1,8 \times 86400} = 0,017 \text{діб}$$

Величина $L_{20ГДК}$ залежить від категорії річки ГС складає $3 гО_2/м^3$ за вихідними даними: п.3.10 – $K_1 = 0,06$ $діб.^{-1}$, $K_2 = 0,24$ $діб.^{-1}$.

Для річок категорії Р і ЦР величина $L_{20ГДК}$ (БСК) дорівнює $6 гО_2/м^3$. Параметр K_1 залежить від температури річкової води, а параметр K_2 – від швидкості руху річкової води.

$$L_{дозв} = \frac{(3,9 \times (3 - 2,2 \times 10^{-0,24 \times 0,017})) + 3}{10^{-0,06 \times 0,017}} = 6,21гО_2/м^3$$

Висновок: якісні характеристики СВ, очищеної на МКОС перед скиданням в річку ПС, не повинні перевищувати за завислими речовинами $23,2 г/м^3$, за БСК₂₀ $6,21гО_2/м^3$.

5. ДИНАМІКА ЗМІН ЗАБРУДНЕНЬ У СИСТЕМІ ВОДОКОРИСТУВАННЯ МІСТА

Метою цього розподілу проекту є побудова графіків зміни концентрації завислих речовин і БСК₂₀ в системі водокористування міста від водозабору в річці ПС до контрольного створу в цій річці. Визначаємо пункти зміни якісних характеристик води і стічних вод системі водокористування міста вносимо в табл. 5.1.

Такими пунктами є водозабір (1), МВОС (2), населення (3), ППР1(4.1), ППР2(4.2), ППР3(4.3), мережа водовідведення перед МКОС (5), МКОС (6), випуск очищених СВ в річку ПС (7), контрольний створ в річці ПС (8).

В таблиці 5.1 вміщено інформацію про концентрацію завислих речовин і БСК₂₀ по контрольним пунктам (від 1 до 8).

Ст. 2,3 – характеристика забрудненості річкової води для річки Д;

ст.4 – концентрація завислих речовин на виході МКОС відповідає нормативам каламутності для питної води 1,5 г/м³, БСК₂₀ питної води не нормується;

ст.5 – забрудненість побутових СВ міста;

ст.6,8,10 – забрудненість технологічних СВ ППР до ЛОС;

ст.7,9,11 – забрудненість технологічних СВ ППР після ЛОС;

ст.12,13 – забрудненість суміші СВ міста перед МКОС;

ст.14,15 – дозволений вміст завислих речовин і БСК₂₀ для скидання очищених СВ міста в річку ПС;

ст.16 – ілюструє нормативне дозволене збільшення вмісту завислих речовин для річки ПС на 0,25 г/м³ і нормативну величину БСК₂₀ для цієї річки 3 гО₂/м³.

Таблиця 5.1

Параметри по пунктам	1	2		3	4.1		4.2		4.3		5	6		7	8
	ВДЗ	МВОС		населення	ППР1		ППР2		ППР3		канал. мережа	МКОС		випуск	Контрольний створ
		вх	вих		вх	вих	Вх	вих	вх	вих		вх	вих		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$C_{зав.} \text{ г/м}^3$	18	18	1,5	240	650	390	570	399	490	392	275,2	275,2	23,2	23,2	22,25
$lgC_{зав.}$	1,26	1,26	0,18	2,38	2,81	2,59	2,76	2,60	2,69	2,59	2,44	2,44	1,37	1,37	1,35
$L_{20} \text{ гО}_2/\text{м}^3$	2,3	2,3	-	220	680	510	410	349	520	48	282,9	282,9	6,21	6,21	3,0
$lg L_{20}$	0,36	0,36	-	2,34	2,83	2,71	2,61	2,54	2,72	2,67	2,45	2,45	0,79	0,79	0,48

Введення додаткових рядків $lgC_{зав.}$ та $lg L_{20}$ дозволяє збільшити ілюстративність побудови графіків динаміки забруднень по пунктам системи водокористування міста.

На рис. 5.1 та 5.2 показано графіки зміни вмісту завислих речовин і БСК₂₀ по пунктам 1-8.

Горизонтальна вісь графіків являє собою рівномірний розподіл пунктів 1 – 8, а вертикальна вісь – логарифмічну шкалу для побудови графіків концентрацій забруднень.

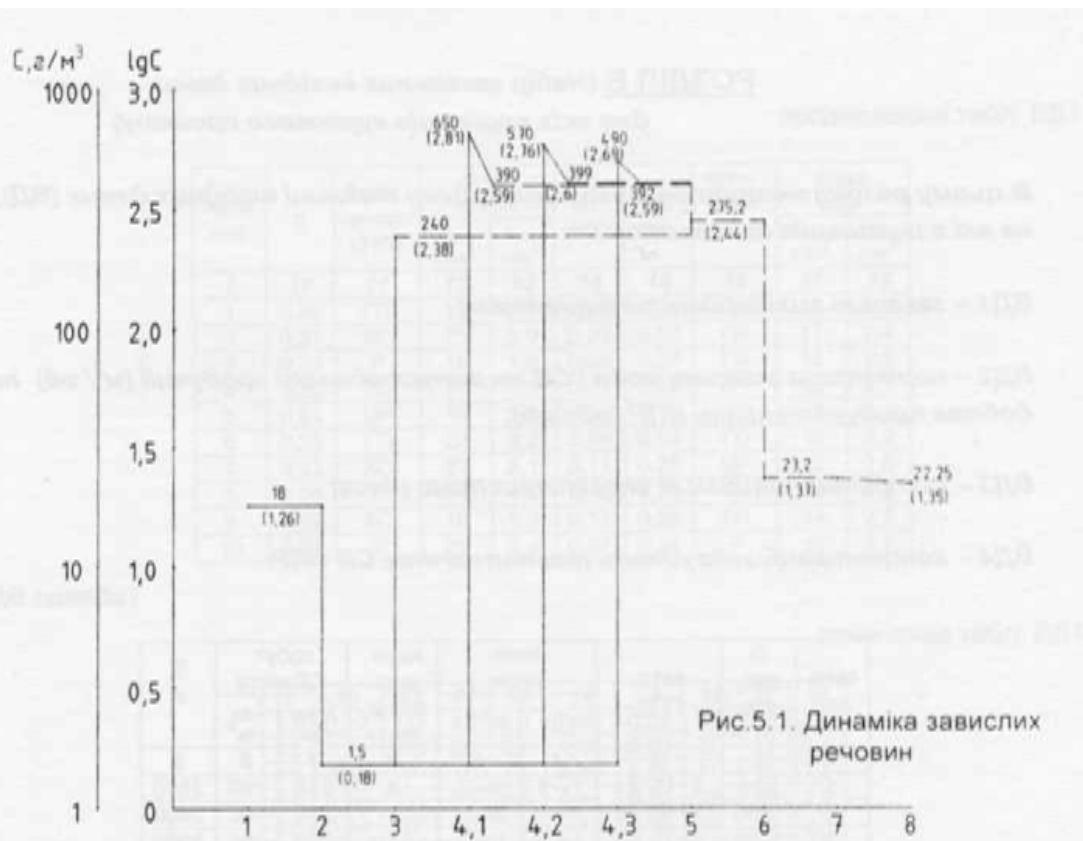


Рис. 5.1. Динаміка завислих речовин

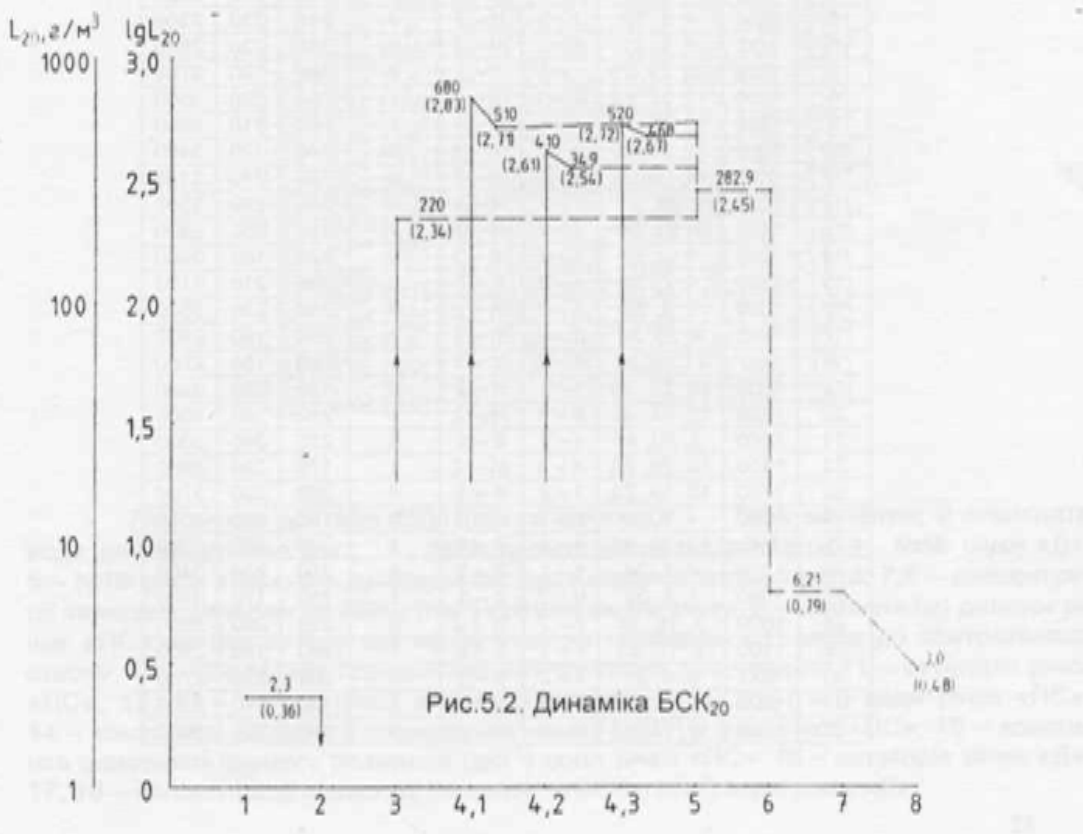


Рис. 5.2. Динаміка БСК₂₀

РОЗДІЛ Б

(Набір загальних вихідних даних для всіх варіантів розрахунково-графічної роботи)

У цьому розділі методичних вказівок подано таблиці вихідних даних ВД, на які є посилання за текстом:

ВД1 – загальні вихідні дані по варіантам;

ВД2 – нормативи витрат води і СВ на випуск одиниці продукції ($\text{м}^3/\text{од}$) та додаткова продуктивність ППР ($\text{од}/\text{доб}$);

ВД3 – витратно-швидкісні характеристики річок;

ВД4 – концентрації забруднень технологічних СВ ППР.

Пояснення до табл. ВД1 (по стовпчиках): 1 - №№ варіантів; 2 – витрата води для населення (л/с); 3 - №№ промислових підприємств; 4 - №№ річки Д; 5 - №№ річки ПС; 6 – категорія системи водопостачання міста; 7, 8 – концентрації завислих речовин та БСК₂₀ ($\text{г}/\text{м}^3$) побутових СВ міста; 9 – довжина (м) ділянки річки ПС; 12, 13 – концентрації завислих речовин та БСК₂₀ ($\text{г}/\text{м}^3$) води річки ПС; 14 – константа швидкості споживання кисню (дїб^{-1}) у воді річки ПС; 15 – константа швидкості процесу реаерації (дїб^{-1}) води річки ПС; 16 – категорія річки Д; 17, 18 – концентрації завислих речовин та БСК₂₀ ($\text{г}/\text{м}^3$) води річки Д.

Загальні вихідні дані Таблиця ВД1

№вар	Qнас, л/с	№№ППР	Нерічок		Катег. во- докор міста	Побут. СВміста		S, м	α	Катег. річки ПС	Річка ПС		К1, дБ ¹	К2, дБ ¹	Катег. річкиД	РічкаД	
			Д	ПС		С _{зав.} г/м ³	L ₂₀ гО ₂ /м ³				С _{зав.} г/м ³	L ₂₀ гО ₂ /м ³				С _{зав.} г/м ³	L ₂₀ гО ₂ /м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	800	2,15,41	I-2	II-1	II	270	190	2500	0,32	ГП	17	2,1	0,08	0,22	ГП	12	2,6
2	1400	3,16,38	II-3	II-3	II	220	180	2600	0,31	КС	20	5,0	0,09	0,23	ГП	17	2,4
3	2100	5,17,33	I-1	II-2	I	250	260	3500	0,23	Р	18	1,8	0,08	0,23	ГП	15	2,5
4	1000	1,7,18	II-1	III-3	II	180	240	2900	0,30	ГП	21	1,9	0,11	0,22	Р	16	2,2
5	1500	4,8,20	I-3	II-2	I	210	230	3300	0,24	ЦР	19	1,7	0,10	0,19	Р	19	2,1
6	900	6,9,21	II-2	III-1	II	230	220	2800	0,25	ГП	22	2,2	0,06	0,24	ГП	18	2,2
7	1700	10,19,23	I-3	I-3	II	190	190	3700	0,23	КС	20	5,1	0,11	0,25	ЦР	12	2,6
8	1100	11,22,24	II-1	III-1	I	180	220	3600	0,26	Р	24	1,6	0,12	0,20	ГП	15	2,3
9	1900	12,25,27	I-1	II-3	I	250	190	2600	0,29	КС	16	5,2	0,12	0,20	ГП	14	2,2
10	1000	13,28,29	II-2	III-1	II	240	220	3400	0,27	Р	21	1,5	0,07	0,21	Р	16	2,5
11	900	14,26,32	II-3	III-1	II	220	210	3100	0,32	ГП	17	2,1	0,08	0,22	ГП	12	2,6
12	2000	3,30,41	I-2	II-3	II	240	170	3500	0,31	КС	20	5,0	0,09	0,23	ГП	17	2,4
13	1400	2,31,38	I-1	II-3	I	190	270	2900	0,23	Р	18	1,8	0,08	0,23	ГП	15	2,5
14	1500	1,5,32	II-2	III-3	II	180	220	3400	0,30	ГП	21	1,9	0,11	0,22	Р	16	2,2
15	1200	4,7,34	I-3	II-1	II	260	250	3100	0,24	ЦР	19	1,7	0,10	0,19	Р	19	2,1
16	1300	6,8,35	II-1	III-2	II	240	180	3500	0,25	ГП	22	2,2	0,06	0,24	ГП	18	2,2
17	1800	9,33,36	II-2	III-1	I	230	210	2900	0,23	КС	20	5,1	0,11	0,25	ЦР	12	2,6
18	900	11,19,37	II-3	III-1	I	220	230	2700	0,26	Р	24	1,6	0,12	0,20	ГП	15	2,3
19	1600	10,22,39	I-1	II-2	II	190	190	3200	0,29	КС	16	5,2	0,12	0,20	ГП	14	2,2
20	1200	13,28,29	II-1	III-2	I	220	180	3000	0,27	Р	21	1,5	0,07	0,21	Р	16	2,5
21	1000	3,30,41	I-1	II-3	II	210	250	3300	0,28	ГП	18	2,2	0,12	0,23	ГП	15	2,2
22	1400	13,28,40	II-1	III-2	I	170	240	2800	0,26	ЦР	19	1,8	0,11	0,21	ГП	18	2,1
23	1700	10,19,23	I-2	II-1	II	260	220	3700	0,24	ГП	21	2,1	0,12	0,23	ГП	19	2,6
24	1500	4,8,20	II-2	III-2	II	180	190	3600	0,30	КС	19	5,2	0,20	0,20	Р	18	2,3
25	800	13,26,40	I-3	II-2	I	230	220	2600	0,23	Р	22	1,9	0,19	0,19	Р	12	2,4
26	1300	4,7,34	I-1	II-3	II	250	210	3400	0,24	КС	20	5,0	0,22	0,22	ГП	15	2,5
27	1900	1,5,32	II-3	II-1	I	150	170	3100	0,25	Р	24	1,8	0,24	0,24	ЦР	16	2,5
28	1800	3,16,38	I-2	III-2	II	220	260	3500	0,23	ГП	16	2,3	0,20	0,20	ГП	19	2,1
29	1100	5,17,33	I-1	II-2	I	240	180	2900	0,26	КС	21	4,9	0,22	0,22	ГП	18	2,2
30	900	6,9,21	I-2	II-3	II	220	230	2700	0,29	Р	16	1,9	0,25	0,25	Р	12	2,6
31	1600	10,22,39	II-1	III-3	I	160	210	3200	0,27	ГП	22	2,5	0,22	0,22	ГП	15	2,3
32	1200	12,25,27	II-2	III-2	II	190	200	3000	0,22	ЦР	23	2,1	0,26	0,25	ГП	16	2,4

**Нормативи витрат води (ст. 5-9) та СВ (ст 10-15) на випуск одиниці продукції (м³/од),
добова продуктивність ППР (ст. 16) од/доб.**

а) Нормативи витрат води

№ п/п	Найменування ППР	Од. Виміру продукції	Система водопостачання	Нормативи витрат води , м ³ /год				
				оборотна	технічна	виробнича	побутова	разом
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
1	Азбестоцементні труби	1 км	об	42	43	-	6	49
2	Аміак	1т	об	30	14	-	1	15
3	Апатитовий концентрат	1т	об	10	3,5	-	0,2	3,7
4	Бавовняно-паперовий комбінат	1т	об	1100	310	90	20	420
5	Брикетування вугілля	1000т	об	300	880	50	40	970
6	Виготовлення борошна	1т	об	9	1	2,5	0,1	3,6
7	Виробництво електроапаратури	1000грн	об	5	6	1	3	10
8	Виробництво етилену	1т	об	38	12	-	2	14
9	Виробництво нітрону	1т	об	500	160	10	10	180
10	Виробництво полістиролу	1т	об	128	35	3	2	40
11	Виробництво целюлози	1т	об	275	120	-	5	125
12	Деревоволокниста плита	1т	об	20	7	-	1	8
13	Дерев'яна маса	1т	об	45	19	-	1	20
14	Екскаторний завод	1000грн	об	30	7	2	2	11
15	Завод медпрепаратів	1000грн	об	9	5	9	4	18
16	Завод меліорат. Машин	1000грн	об	45	8	4	3	15
17	Завод фруктових соків	1000бан	об	1	0,2	3,8	0,8	4,8
18	Збагачувальна фабрика	1000т	об	1200	285	5	25	315

Продовження таблиці ВД2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
19	Калійні солі	1т	об	2,7	1	-	0,2	1,2
20	Капронова фабрика	1т	об	500	100	30	10	140
21	Ливарний завод	1т	об	38	12	1	2	15
22	Льонокомбінат	1000м	пр	-	35	-	10	45
23	Маргариновий завод	1т	об	12	2,8	0,9	0,4	4,1
24	Металургійне обладнання	1т	об	50	13	2	4	19
25	Мідно збагачувальна фабрика	1т	об	2,7	0,7	0,1	0,1	0,9
26	Молочний завод	1т	об	12	2	2,1	0,4	4,5
27	М'ясокомбінат	1т	об	41	12	7	1	20
28	Нафтопереробний комбінат	1т	об	4	1,3	-	0,1	1,4
29	Обробка вовни	1т	об	75	72	6	8	86
30	Пакувальний папір	1т	об	280	65	3	2	70
31	Парфумерна фабрика	1млн.фл	об	1200	291	22	30	343
32	Рибоконсервний завод	1000бан	об	22	10	20	2	32
33	Сірчана кислота	1т	об	12	4	0,5	0,5	5
34	Торф'яні брикети	1т	пр	-	3	0,1	0,1	4,5
35	Туалетне мило	1т	об	11	4,2	0,4	0,2	4,8
36	Фосфориста мука	1т	об	1,7	0,2	-	0,3	0,5
37	Хромові шкіри	1т	об	40	107	-	5	112
38	Цукровий завод	1т	об	10	2,3	0,1	0,1	2,5
39	Шахта гідравлічна	1000т	об	5000	800	30	100	930
40	Шахта механічна	1000т	об	1485	230	190	200	620
41	Шовкомотальна фабрика	1т	об	805	950	430	50	1430
42	Щебенеий завод	1000м ³	об	600	200	20	10	230

б) Нормативи витрат СВ та добова продуктивність ППР

№п/п	Найменування ППР	Нормативи витрат води , м ³ /год						Добова продуктивність ППР од/доб
		Витрати СВ					Втраги	
		разом	Технологічні	побутові	Без очистки	Фільтраційні		
1	2	10	11	12	13	14	15	16
1	Азбестоцементні труби	37	16	6	3	12	12	280
2	Аміак	13	5	1	6	1	2	580
3	Апатитовий концентрат	3,5	3	0,2	-	0,3	0,2	12300
4	Бавовняно-паперовий комбінат	270	240	18	12	-	150	32
5	Брикетування вугілля	700	560	30	110	-	270	28
6	Виготовлення борошна	2,9	2,5	0,1	0,3	-	0,7	1930
7	Виробництво електроапаратури	9	6	2	1	-	1	620
8	Виробництво етилену	10	7	2	1	-	4	230
9	Виробництво нітрону	120	110	10	-	-	60	12
10	Виробництво полістиролу	32	20	2	10	-	8	210
11	Виробництво целюлози	123	68	2	48	5	2	90
12	Деревоволокниста плита	7	6	1	-	-	1	720
13	Дерев'яна маса	19	11	1	7	-	1	90
14	Екскаторний завод	8	5	2	1	-	3	240
15	Завод медпрепаратів	17	11	3	3	-	1	470
16	Завод меліорат. Машин	12	6	3	3	-	3	310
17	Завод фруктових соків	4,7	4	0,7	-	-	0,1	6900
18	Збагачувальна фабрика	250	160	20	-	70	65	2,3
19	Калійні солі	0,8	0,5	0,1	0,1	0,1	0,4	780
20	Капронова фабрика	110	90	01	10	-	30	8

Закінчення табл. ВД2

21	Ливарний завод	12	7	2	2	1	3	1040
22	Льонокомбінат	43	28	10	5	-	2	960
23	Маргариновий завод	3,2	2,4	0,4	0,4	-	0,9	410
24	Металургійне обладнання	14	10	3	1	-	5	145
25	Мідно збагачувальна фабрика	0,7	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2	11500
26	Молочний завод	3,6	3,2	0,4	-	-	0,9	1690
27	М'ясокомбінат	16	14	1	1	-	4	172
28	Нафтопереробний комбінат	1,1	1	0,1	-	-	0,3	1630
29	Обробка вовни	63	30	5	28	-	23	280
30	Пакувальний папір	68	64	2	2	-	2	2,5
31	Парфумерна фабрика	284	256	28	-	-	59	13
32	Рибоконсервний завод	30	27	3	-	-	2	590
33	Сірчана кислота	4	3	0,5	0,5	-	1	390
34	Торф'яні брикети	4,4	4,2	0,2	-	-	0,1	2900
35	Туалетне мило	3,6	2,8	0,2	0,6	-	1,2	1350
36	Фосфориста мука	0,4	0,2	0,2	-	-	0,1	3930
37	Хромові шкіри	104	90	4	10	-	8	74
38	Цукровий завод	2,1	1,7	0,1	0,3	-	0,4	9600
39	Шахта гідравлічна	425	340	85	-	-	505	2,46
40	Шахта механічна	320	150	170	-	-	300	61
41	Шовкомотальна фабрика	1290	1250	40	-	-	140	1,9
42	Щебеневий завод	200	170	10	20	-	30	12,5

Пояснення до таблиці ВД2 (по стовпчикам): 1 – номери ППР; 2 – назви ППР, 3- одиниці продукції ППР, 4 – система водокористування ППР (оборотна – об, прямоточна – пр), 5...15 – нормативні витрати води і СВ на випуск одиниці продукції (м³/од), 5 – оборотна вода, 6 – технічна вода, 7 – виробнича вода, 8 – вода на побутові потреби, 9 – сумарний норматив витрат води (ст6+ст7+ст8), 11 – витрати СВ від технологічних процесів, 12 – витрати СВ від побутового використання, 13 – витрати СВ, які не потребують спеціальної очистки перед скидом в міську каналізацію, 14 – витрати фільтраційних СВ від системи зберігання і утилізації твердих промислових відходів (осадів), 10 – сумарний норматив витрат СВ (ст11+ст12+ст13+ст14), 15 – втрати води в системі промислового водокористування ППР (ст9-ст10), 16 – добова продуктивність ППР (од/доб).

Витрати (м³/с) та швидкісні (м/с) характеристики річок

№річок	Багаторічна витрата Q _p , м ³ /с	Середні витрати, м ³ /с (при забезпеченості,%)				Швидкість, м/с
		Річна Q _p		Місячна Q _{см}		
		95%	90%	95%	90%	
I-1	8	5	6	3	4	0,8
I-2	10	7	8	4	6	1,0
I-3	12	8	10	6	7	0,5
II-1	11	6	7,5	5,5	3,5	0,7
II-2	14	9,5	10	7,5	8,5	0,4
II-3	13	9	10,5	7,5	8	0,6
III-1	18	8	9	6	7	0,6
III-2	20	10	11,5	8,5	9	0,5
III-3	19	11	12	9	10,5	0,8

Концентрації (г/м³) завислих речовин і БСК₂₀ у технологічних СВ ППР

№пор.	Концентрації		№ ППР	Концентрації	
	Завислих речовин	БСК ₂₀		Завислих речовин	БСК ₂₀
1	810	240	22	530	710
2	370	240	23	620	500
3	480	350	24	370	180
4	490	520	25	410	240
5	650	680	26	390	420
6	420	270	27	680	510
7	400	220	28	580	280
8	270	400	29	680	710
9	520	390	30	420	330
10	540	810	31	250	180
11	560	250	32	720	470
12	610	220	33	420	180
13	580	240	34	680	420
14	380	210	35	340	270
15	390	230	36	570	410
16	240	150	37	800	650-
17	740	150	38	680	650
18	750	320	39	900	280
19	380	290	40	800	250
20	550	420	41	540	440
21	480	19	42	750	180

Література

1. ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Основні положення проектування».
2. ДБН В.2.5-75:2013«Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування».
3. Василенко О.А., Литвиненко Л.Л., Квартенко О.М.. Рациональное використання та охорона водних ресурсів: Навчальний посібник. –Рівне:НУВГП, 2007.–246с.
4. Василенко А.А. Водоотведение. Курсовое проектирование. – К.: В. школа., 1988.
5. Петренко О.С. Охорона водних ресурсів:метод. вказівки до викон. курс. проекту. – Київ: КНУБА. –2010.
6. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами /Минводхоз, Минздрав, Минрыбхоз. – М.: Стройиздат.
7. Василенко А.А., Петренко О.С. Методические указания к выполнению курсового проекта «Рациональное использование и охрана водных ресурсов». –Киев, КИСИ. –1991.

Додаток

Зразок титульного аркуша

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

Кафедра охорони праці і навколишнього середовища

*Розрахунково-графічна робота
з дисципліни
«Збалансоване природокористування»*

*Виконав:
студент ФІСЕ
групи ЕК - 51*

Перевірів:

Київ 20__р.

Зразок тексту розрахунково-пояснювальної записки

Зміст пояснювальної записки

1. Вступ.
2. Зміст завдання.
3. Вихідні дані.
4. Розрахунково-графічна частина.
 - 4.1. Витрати води по промисловим підприємствам (ППР 1,2,3).
 - 4.2. Баланс водокористування із річки «Д»
 - 4.3. Схема балансу витрат із річки «Д»
 - 4.4. Загальна балансова схема водокористування міста та її аналіз
 - 4.5. Визначення якості стічних вод (СВ), що потрапляють на міські каналізаційні очисні споруди (МКОС).
 - 4.5.1. Суміш СВ.
 - 4.5.2. Локальні очисні споруди ППР.
 - 4.5.3. Підсумкова таблиця.
 - 4.6. Умови випуску очищених СВ міста після МКОС у річку «ПС».
 - 4.6.1. Розрахунок коефіцієнта змішування (γ).
 - 4.6.2. Визначення $C_{зав}$ і L_{20} , які дозволені для СВ, що скидаються в річку «ПС» після МКОС.
5. Динаміка зміни забруднень в системі водокористування міста.

Навчально-методичне видання

ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Методичні рекомендації
до виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни для магістрів спеціальності
101 «Екологія»

Укладачі: **Волошкіна** Олена Семенівна,
Василенко Олексій Анатолійович,
Василенко Леся Олексіївна,
Жукова Олена Григорівна,

Комп'ютерне верстання *А.П. Морозюк*

Підписано до друку Формат 60 × 84_{1/16}

Ум. друк. арк. 2,32 Обл.-вид. арк. 2,5

Електронний документ. Вид. № 50/III-18

Видавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.

