

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання індивідуальних  
розрахунково-графічних завдань,  
практичних і самостійних робіт  
з дисципліни

**ВОДНІ РЕСУРСИ, ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА**

*(для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання напряму підготовки  
6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)», та слухачів другої вищої освіти  
спеціальності 7.092601, 7.06010108 «Водопостачання та водовідведення»)*

**Харків – ХНАМГ – 2012**

Методичні вказівки до виконання індивідуальних розрахунково-графічних завдань, практичних і самостійних робіт з дисципліни „Водні ресурси, їх використання та охорона” (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання напрямів підготовки 6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)», та слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.092601, 7.06010108 «Водопостачання та водовідведення») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: В. О. Тихонюк - Сидорчук. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 59 с.

**Укладач:** к.т.н., доц. В. О. Тихонюк-Сидорчук

**Рецензент:** д.т.н., проф. кафедри ВВ та ОВ С. С. Душкін

Затверджено на засіданні кафедри водопостачання, водовідведення та очищення вод, протокол №1 від 31.08.2011 р.

## ЗМІСТ

Вступ	5
<b>I. Індивідуальне розрахунково-графічне завдання</b>	<b>6</b>
1. Організація і послідовність виконання роботи	6
2. Розрахунок водного балансу промислових підприємств і промвузла	7
2.1. Перевірка водного балансу добових витрат води	7
2.2. Розрахунок водного балансу до впровадження ресурсозберігаючих технічних рішень (1-й етап)	8
2.3. Оцінка ефективності використання води для технічних цілей	9
2.4. Розрахунок водного балансу з урахуванням технічного удосконалення водного господарства (2 - й етап)	11
2.5. Розрахунок водного балансу промвузла (3-й етап)	11
3. Визначення і оцінка впливу водовідбору промвузла на режим використання вододжерела	13
3.1. Визначення загального водовідбору промвузла	14
3.2. Визначення достатності витрат річки для покриття потреб промвузла	14
3.3. Розрахунок і оцінка умов спуску стічних вод у річку	14
3.4. Розрахунок кратності розбавлення стічних вод водами річки	15
3.5. Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод і гранично допустимого скиду (ГДС) забруднень	17
3.5.1. Розрахунок ГДС токсичних забруднень підприємствами промвузла до системи водовідведення міста	19
4. Економічна оцінка розроблених водозберігаючих природоохоронних інженерно-технічних рішень	20
4.1. Розрахунок відвернутого економічного збитку	20
4.2. Розрахунок збору платежів за скидання забруднюючих речовин у водний об'єкт	22
5. Висновки	23
6. Склад, обсяг і основні вимоги до оформлення розрахунково-пояснювальної записки і графічної частини роботи на ПК індивідуальних розрахунково-графічних завдань	23
7. Обов'язкові додатки-форми для заповнення результатами розрахунків та наведення в індивідуальних розрахунково-графічних завданнях:	24
Форма 1. Водоспоживання і водовідведення на підприємствах промвузла	24
Форма 2. Розрахунок витрат води на господарсько-питні потреби мешканців міста по етапах реконструкції	24
Форма 3. Балансові схема використання води на промпідприємствах на 1 та 2 етапах реконструкції	25

Форма 4. Балансова схема використання води у промвузлі	26
Форма 5. Зведені результати складових водного балансу на підприємствах промвузла на етапах модернізації реконструкції водного господарства	27
Форма 6. Визначення загального водовідбору промвузла по 3-х етапах реконструкції водного господарства підприємств і міста	28
Форма 7. Оцінка ефективності використання води на технічні потреби підприємств	29
Форма 8 . Санітарно-екологічні та фінансові показники ефективності роботи міських очисних споруд	29
Форма 9. Розрахунок відвернутого економічного збитку	30
<b>Додатки</b>	<b>31</b>
Додаток 1	31
Додаток 2	37
Додаток 3	37
Додаток 4	38
Додаток 5	38
Додаток 6	39
Додаток 7	43
Додаток 8	43
Додаток 9	44
Додаток 10	45
Додаток 11	46
Додаток 12	47
Додаток 13	48
Додаток 14	48
Додаток 15	48
Додаток 16	49
Додаток 17	49
Додаток 18	49
Додаток 19	50
<b>II. Завдання для самостійної роботи студента</b>	<b>51</b>
<b>III. Типові завдання для розв'язання на практичних заняттях</b>	<b>53</b>
Список джерел	58

## Вступ

Програмою дисципліни "**Водні ресурси, їх використання та охорона**" передбачається виконання студентами 4 курсів денної і заочної форм навчання напряму підготовки 6.060103 – Гідротехніка (водні ресурси) спеціальності 8.06010302 – „Раціональне використання і охорона водних ресурсів” індивідуальних розрахунково-графічних завдань, практичних і самостійних робіт на тему "Водні ресурси, їх використання та охорона у промисловому вузлі".

Забезпечення населення чистою, доброякісною водою має велике гігієнічне значення, так як захищає людей від різних епідеміологічних захворювань, що передаються через воду. Промислові процеси на підприємствах також супроводжуються великою витратою води. Деякі підприємства висувають специфічні вимоги до якості води, що споживається. Від кількості та якості води, що використовується, та організації водопостачання та водовідведення промислового підприємства в значній мірі залежить якість та собівартість продукції, що випускається. Таким чином, правильна організація водопостачання та водовідведення промислових підприємств має велике економічне значення. Промисловий вузол є частиною територіально-виробничого комплексу України. У ньому передбачено загальне використання групою підприємств трудових ресурсів, сировинних ресурсів, транспортних засобів, будівельної бази, інженерних комунікацій. У рамках промвузла досягається оптимально-корисний ефект для суспільства від використання водних ресурсів з дотриманням еколого-економічних, санітарно-технічних і правових вимог.

**Метою цих вказівок** є надання студентам методичної допомоги в закріпленні теоретичних знань, отриманих при вивченні курсу "**Водні ресурси, їх використання та охорона** ", та оволодінні основами проектування водного господарства промвузлів, що забезпечує комплексне і раціональне використання води. Методичні вказівки розроблено таким чином, що відповідно до індивідуальних завдань студенти можуть виконувати комплексну розрахунково-графічну роботу або фрагментарно, як окремі складові цілісної роботи, в тому числі самостійно. Розрахунково-графічні завдання, практичні й самостійні роботи виконують за індивідуальними завданнями. У роботі над завданням студенти вирішують на реальній основі за укрупненими даними відзначені вище проблеми водоспоживання.

**До РГР входить:** розрахунок водного балансу на промпідприємствах і промвузлі, визначення втрат води, оцінка впливу водовідбору на санітарно-екологічний стан вододжерела, визначення необхідної ефективності очищення стічних вод, економічна оцінка збитку від скидання стічних вод у водний об'єкт і розрахунок екологічних платежів у бюджет відповідного рівня. У результаті виконання роботи **студенти повинні опанувати** основи прийняття інженерних рішень в області раціонального використання водних ресурсів з урахуванням екологічних і економічних вимог сучасного природокористування.

# І. ІНДИВІДУАЛЬНІ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНЕ ЗАВДАННЯ

## 1. Організація і послідовність виконання роботи

Розрахунково-графічна індивідуальна робота передбачає розрахунок водного балансу трьох підприємств, що формують промвузол, і міста в три етапи; в екологічній частині роботи дають оцінку загального водовідбору на санітарно-екологічний стан джерела водопостачання в районі розвитку водогосподарського комплексу, визначають необхідний ступінь очищення стічних вод до екологічно безпечного рівня, виконують розрахунок гранично допустимого скиду (ГДС) забруднень і токсичних речовин у стічних водах підприємств; в економічній частині роботи обчислюють суму відвернутого збитку від скидання стічних вод і екологічні платежі в бюджет.

На першому етапі (існуюче положення) виконують розрахунок водного балансу, визначають втрати у виробництві й водному господарстві підприємств за максимально допустимими значеннями, дають оцінку ефективності роботи системи водопостачання і водовідведення за коефіцієнтами використання свіжої ( $K_{св}$ ) і зворотної ( $K_{зв}$ ) води, відсотку безповоротного споживання і втрат ( $P_{бв}$ ) води в системі оборотного водопостачання. Виконують розрахунок добових витрат води, спожитої населенням міста відповідно до завдання на проектування (**250-400** л/доб. на людину).

На другому етапі (після впровадження нової техніки і водозберігаючих технологій) визначають втрати води за мінімально допустимими втратами, виконують розрахунок економії води в порівнянні з даними розрахунку на першому етапі, дають оцінку ефективності роботи водного господарства промпідприємств за коефіцієнтами  $K_{св}$ ,  $K_{зв}$ ,  $P_{бв}$ . Добову витрату питної води для потреб населення міста знаходять згідно з нормами, наближеними до раціонального споживання (**200-250** л/доб. на людину).

На третьому етапі (перспектива) проектують промвузол. Свіжу технічну воду, споживану підприємствами, замінюють доочищеними міськими стічними водами і роблять розрахунок водного балансу. У балансову схему включають промвузол і комплекс міських очисних споруд. Витрату води на господарсько-питні потреби населення міста визначають відповідно до рекомендацій ВОЗ у межах **160-200** л/доб. на людину.

Балансову схему промвузла виконують на основі даних другого етапу розвитку водного господарства підприємств і міста. Після перевірки рівняння балансу водоспоживання промвузла приступають до розрахунку водовідбору й обґрунтування вибору джерела водопостачання.

Перш за все, перевіряють водний баланс обраних підприємств промвузла та відповідність прибуткової і видаткової частин рівняння. При цьому повинна дотримуватися наступна умова: сума витрат свіжої води з джерела, що надходить для виробничих цілей ( $Q_{св}$ ), повинна дорівнювати сумі використаної води ( $Q_{вик.}$ ). Якщо  $Q_{св} \neq Q_{вик.}$ , треба вихідні дані уточнити у викладача. У разі рівності прибуткової і видаткової частин рівняння приступають до визначення втрат води за максимально-допустимим нормативними значеннями втрат (1-й етап функціонування водного

господарства). При цьому визначають такі види втрат: на випаровування (P1), крапельний винос (P2), продувку (P3), безповоротне споживання і втрати при виробництві (P4), з осадом на очисних спорудах (Poc). Ефективність роботи водного господарства підприємств встановлюють за коефіцієнтами Kсв, Kзв, Kб.с., порівнюючи їх із середніми галузевими.

**Слід мати на увазі, що розрахунки на кожному етапі розвитку водного господарства повинні перевірятися. Тільки переконавшись, що розрахунки виконані правильно і отримані дані відбивають очікувані зміни, можна приступати до виконання наступного етапу.**

Розрахунок балансу на другому етапі (після удосконалення роботи водного господарства) виконують за аналогією з розрахунком на першому етапі, але за мінімально допустимими нормативними значеннями втрат води. Визначають коефіцієнти Kсв, Kзв, Pб.с. і економію свіжої води за різницею водоспоживання на першому і другому етапах.

Подальшу економію свіжої води можна досягнути тільки у рамках промвузла (3-й етап) шляхом заміни свіжої води технічної якості нормативно-чистими стічними водами і доочищеними міськими стічними водами. Для цього водний баланс зображують у вигляді рисунка, що включає витрати води трьох підприємств, міста і міських очисних споруд.

Після перевірки балансу промвузла приступають до оцінки впливу водовідбору промвузла на санітарно-екологічний стан вододжерела.

Потім визначають необхідну ефективність очищення стічних вод і гранично допустиме скидання (ГДС) забруднюючих речовин для підприємств промвузла. Розрахункові показники якості очищених стічних вод повинні забезпечити збереження екологічної рівноваги водного об'єкта, а з урахуванням кількісних показників поліпшувати показники якості річкової води.

## **2. Розрахунок водного балансу промислових підприємств і промвузла**

### **2.1. Перевірка водного балансу добових витрат води**

Склад промвузла, відомості щодо водоспоживання і водовідведення на підприємствах промвузла студенти обирають за власним варіантом згідно журналу викладача за **Додатком 1**.

На основі цих відомостей студенти заповнюють бланки завдання **Форма 1**.

Перш за все водний баланс промислового підприємства перевіряють на дотримання умови рівності втрат води, що надходить в систему водопостачання ( $Q_{\text{надх}}$ ), убуває ( $Q_{\text{уб}}$ ) в навколишнє середовище чи на потреби підприємства:

$$\sum Q_{\text{надх.}} = \sum Q_{\text{уб.}} \quad (2.1.)$$

$$Q_{\text{т}} + Q_{\text{птп}} = Q_{\text{п/о}} + Q_{\text{н/о}} + Q_{\text{ф}} + P_{\text{заг.}}, \text{ або } Q_{\text{г/п}} = Q_{\text{г/поб}} .$$

Для спрощення розрахунків рівняння водного балансу можна записати з урахуванням лише витрат, що використовують на виробничі потреби:

$$Q_{\text{т}} + Q_{\text{птп}} = Q_{\text{п/о}} + Q_{\text{н/о}} + Q_{\text{ф}} + P_{\text{заг.}} \quad (2.2.)$$

Витрати води на господарсько-питні потреби жителів міста знаходять за формулою та заносяться у **Форму 2**.

$$Q_{\text{вип/міа}} = \frac{N_i \cdot q_{\text{в}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (2.3.)$$

де  $N_m$  - чисельність мешканців міста, чол.(обирають за власним варіантом згідно журналу викладача за **Додатком 3**;

$q_{\text{вм}}$  - норма водопостачання л/доб. на людину (див. п.1 або **Форму 2**. Точне значення норми по етапах розвитку міста обирається за варіантом, згідно з рекомендаціями викладача.

Для наочності водний баланс кожного підприємства подають на рисунку з умовними позначеннями і величинами витрат води, і розміщують на одному аркуші формату А-4 відповідно до етапу розвитку водного господарства і заповнюють **Форму 3**.

Для розробки заходів з раціонального використання води необхідно встановити всі види втрат з наступним аналізом ефективності роботи водного господарства.

## **2.2. Розрахунок водного балансу до впровадження ресурсозберігаючих технічних рішень (1-й етап)**

На першому етапі функціонування водного господарства підприємств встановлюють за максимально допустимим нормативними значеннями наступні види втрат води:

- 1) на випаровування в охолоджувачі (P1);
- 2) з охолоджувача оборотної води на крапельний винос з повітрям (P2);
- 3) з продувкою системи зворотного водопостачання (P3);
- 4) з осадом на очисних спорудах (Poc);
- 5) з безповоротним споживанням на підприємствах (P4).

Втрати води на випаровування в охолоджувачі (P1) визначають за формулою

$$P_1 = K_{\text{вип}} \cdot \Delta t \cdot Q_{\text{зв}}, \quad (2.4)$$

де  $K_{\text{вип}}$  - коефіцієнт, що враховує частку тепловіддачі випаровуванням у загальній тепловіддачі. Для градирень можна приймати залежно від температури зовнішнього повітря за сухим термометром з наведених нижче даних (**Додаток 2**).

$\Delta t$  - перепад температур води. Обчислюють як різницю температур нагрітої ( $t_2$ ) і поданої споживачам води ( $t_1$ ),

$$\Delta t = t_2 - t_1. \quad (2.3)$$

Температурний перепад ( $\Delta t$ ) можна прийняти для вентиляторних градирень у межах 12-20°C, для баштових - 8-12°C. Вентиляторні градирні доцільно застосовувати при витратах охолоджуваної води ( $Q_{\text{зв}}$ ) до 100 тис.куб.м/доб, при  $Q_{\text{зв}} > 100$ тис. м<sup>3</sup>/добу - для баштових.



Втрати води на винос із систем у вигляді крапель (P2) залежать від типу конструкцій, розмірів охолоджувача, швидкості вітру і визначають згідно із БНіП 2.04.02-84.

Для вентиляторних градирень P2 можна прийняти в межах 0,2 - 0,5 % від витрати оборотної води, для баштових - 0,5 - 1,0%. При цьому на першому етапі розвитку водного господарства доцільно прийняти максимальне значення чи близьке до нього, на 2-му етапі - мінімальне.

На третьому етапі, у зв'язку з використанням у системах оборотного водопостачання підприємств очищених побутових стічних вод, P2 варто прийняти в межах 0,005 - 0,05% від витрати охолоджуваної води.

Втрати води на продувку (P3) складають 0,2 – 2,5% від витрати оборотної води.

Втрати води з осадом на очисних спорудах складають 0,1 - 2,0% від витрати води, що надходить на очисні споруди підприємств (Qп/о). Безповоротне споживання і втрати води у виробництві (P4) можна визначити як різницю між загальними втратами (Pзаг) і сумою втрат на випар, краплинне винесення і втрати з осадом, тобто

$$P4 = P_{заг} - (P1 + P2 + P_{ос}) \quad (2.4)$$

Коли виявиться, що  $P_{заг} < (P1+P2+P_{ос})$ , то потрібно зменшити значення втрат до одержання залежності  $P_{заг} > (P1+P2+P_{ос})$  і позитивного значення P4.

**Слід мати на увазі, що в таблиці питомих витрат додатку 5 P3 включено у витрату Qн/о (гр.11), або - Qп/о (гр.9). Тому при розрахунку балансу чисельне значення P3 потрібно відняти з відповідних витрат - Qн/о чи Qп/о. При цьому утвориться нова витрата стічних вод Q'н/о чи Q'п/о й умови рівняння балансу зберігаються.**

Якщо  $P3 > Q_{н/о}$ , а при відсутності (Qн/о) -  $P3 > Q_{т/о}$ , то існують різні варіанти вирішення, про які треба довідатися у викладача.

Балансові схеми з урахуванням усіх втрат перевіряють за рівнянням (2.5) і подають у вигляді блок-схеми (див. **Форму 3**):

$$Q_{т} + Q_{птп} = P1 + P2 + P3 + P4 + P_{ос} + Q_{п/о} + Q'_{н/о} + Q_{ф}. \quad (2.5)$$

Рівність прибуткової і видаткової частин рівняння водного балансу (2.5) свідчить про відсутність помилок у розрахунках.

### **2.3. Оцінка ефективності використання води для технічних цілей**

Ефективність роботи водного господарства підприємств можна визначити за коефіцієнтом використання оборотної води (Кзв), коефіцієнтом використання свіжої води (Ксв) і відсотком оборотного споживання і втрат води в системі оборотного водопостачання (Рб.п.).

Технічну досконалість системи оборотного водопостачання підприємства оцінюють відсотком використання оборотної води за формулою

$$K_{зв} = \frac{Q_{зв} \cdot 100}{Q_{зв} + Q_{птп} + Q_{т}}, \% \quad (2.6)$$

Раціональність використання води, що забирається з джерела, характеризується коефіцієнтом її використання і визначається за формулою

$$K_{\text{св}} = \frac{Q_{\text{птп}} + Q_{\text{т}} - (Q_{\text{п/о}} + Q_{\text{н/о}} + P_3 + Q_{\text{ф}})}{Q_{\text{птп}} + Q_{\text{т}}} < 1. \quad (2.7)$$

Відсоток безповоротного споживання і втрат води знаходять за формулою

$$P_{\text{б.с.}} = \frac{Q_{\text{птп}} + Q_{\text{т}} - (Q_{\text{п/о}} + Q_{\text{н/о}} + P_3 + Q_{\text{ф}})}{Q_{\text{птп}} + Q_{\text{т}} + Q_{\text{зв}}} \cdot 100\% . \quad (2.8)$$

Технічну досконалість систем оборотного водопостачання підприємств промвузла встановлюють шляхом порівняння розрахункових значень  $K_{\text{зв}}$  з теоретично можливим ( $K_{\text{зв}} \rightarrow 1$ ) і досягнутих показників у відповідних галузях. Так, у чорній металургії  $K_{\text{зв.ср}}$  складає - 85, кольоровій - 80, нафтохімічній - 86, машинобудівній - 70, целюлозно-паперовій - 65, легкій - 60, парфюмернокосметичній - 50, харчовій - 45%.

На передових підприємствах цей показник значно вище і дорівнює: у металургійній і нафтохімічній галузях - 95-98, машинобудівній - 85-90, целюлозно - паперовій, легкій і парфюмерно косметичній - 70-80, харчовій - 65-70.%

Якщо на 1-му етапі  $K_{\text{зв}}$  буде менше  $K_{\text{зв.ср}}$ , то необхідно збільшити витрату оборотної води і, відповідно, зменшити витрату свіжої води на величину  $X$  с метою досягнення середньогалузевого значення  $K_{\text{зв.ср}}$ . Величину розрахункової витрати  $X$  можна визначити за формулою

$$X = K_{\text{зв.ср}} \cdot (Q_{\text{зв}} + Q_{\text{св}}) - Q_{\text{зв}} = K_{\text{зв.ср}} \cdot (Q_{\text{зв}} + Q_{\text{т}} + Q_{\text{птп}}) - Q_{\text{зв}}. \quad (2.9)$$

У результаті збільшення  $Q_{\text{зв}}$  на величину  $X$  ( $Q'_{\text{зв}} = Q_{\text{зв}} + X$ ) і зменшення витрат свіжої води ( $Q'_{\text{св}} = Q_{\text{т}} + Q_{\text{птп}} - X$ ) змінився баланс водоспоживання. Необхідно виконати перерахунок усіх видів втрат за мінімально допустимими значеннями і встановити нову витрату стічних вод, що підлягає очищенню ( $Q'_{\text{п/о}}$ ), за формулою

$$Q'_{\text{п/о}} = Q'_{\text{св}} - (P'_{1} + P'_{2} + P'_{\text{ос}} + P'_{4} + P'_{3} + Q'_{\text{н/о}} + Q_{\text{ф}}). \quad (2.10)$$

Коефіцієнт, що визначає раціональність використання води, яка забирається з джерела  $K_{\text{св}}$ , у різних галузях промисловості у середньому не перевищує 0,3, а на передових підприємствах складає 0,45-0,84. Середні значення відсотка оборотних втрат води і оборотного споживання на окремих підприємствах знаходиться в межах 1,5 - 45%.

По результатах розрахунків студенти заповнюють відповідну графу **Форма 7**.

#### **2.4. Розрахунок водного балансу з урахуванням технічного удосконалення водного господарства (2 - й етап)**

Впровадження нових технічних рішень дозволяє скоротити всі види втрат води до мінімальних нормативних значень, зменшити витрати свіжої води для технічних потреб, забезпечити охорону водних ресурсів в рамках кожного підприємства.

Розрахунок усіх видів втрат води виконують за аналогією з п. 2.2, беручи до уваги, що втрати  $P_1$  і  $P_4$  на 2-му етапі не змінюються, тобто  $P_1 = \text{const}$  і  $P_4 = \text{const}$ .

У цих умовах  $P'_{\text{заг}} = P_1 + P'_2 + P'_{\text{ос}} + P_4$ , а рівняння балансу слід записати у такому вигляді:

$$Q'_t + Q_{\text{птп}} = P_1 + P'_2 + P'_{\text{ос}} + P_4 + P'_3 + Q_{\text{п/о}} + Q'_{\text{н/о}} + Q_{\text{ф}}. \quad (2.11)$$

Прибуткова й видаткова частини рівняння балансу на 2-му етапі зменшуються порівняно з даними першого етапу на величину загальної економії води ( $E_{\text{заг}}$ ) за виразом

$$E_{\text{заг}} = E(P_2) + E(P_{\text{ос}}) + E(P_3), \quad (2.12)$$

де  $E(P_2)$  - економія свіжої води за рахунок скорочення втрат із крапельним винесенням, визначається  $E(P_2) = P_2 - P'_2$ ;

$E(P_{\text{ос}})$  - економія свіжої води за рахунок упровадження нових водозберігаючих технологій очищення стічних вод,  $E(P_{\text{ос}}) = P_{\text{ос}} - P'_{\text{ос}}$ ;

$E(P_3)$  - зменшення витрат продувних вод за рахунок збільшення коефіцієнта випарювання,  $E(P_3) = P_3 - P'_3$ .

У прибутковій частині рівняння зменшують на величину  $E_{\text{заг}}$  витрати технічної води ( $Q'_t = Q_t - E_{\text{заг}}$ ) для збереження рівності з видатковою частиною.

Отримані результати розрахунку подають у вигляді рисунка наведеного у **Формі 3** (з уточненням, що це 2 - й етап) і роблять розрахунок коефіцієнтів  $K_{\text{зв}}$ ,  $K_{\text{св}}$  і  $P_{\text{б.с.}}$  (за формулами (2.7)–(2.8))

Таким чином, на 2-му етапі досягнуто максимально можливу економію свіжої води у рамках підприємств.

По результатах розрахунків студенти заповнюють відповідну графу **Форма 7**.

Подальше зниження споживання свіжої води технічної якості можливе при створенні промвузла за рахунок використання нормативно-чистих стічних вод підприємств і очищених міських стічних вод.

#### **2.5. Розрахунок водного балансу промвузла (3-й етап)**

Згідно завдання, промисловий вузол складається з трьох підприємств з єдиною системою водопостачання і водовідведення з містом, входить до складу водогосподарського комплексу басейну річки.

Балансову схему використання води виконують за даними 2-го етапу розвитку водного господарства, та представляють у вигляді блок-схеми, зразок якої наведено у **Формі 4** з обов'язковим вказанням усіх чисельних значень відповідних витрат та втрат води.

Для забезпечення раціонального і комплексного використання води необхідно продувні й "умовно-чисті" води об'єднати у єдину систему водовідведення і направити на одне чи кілька підприємств з метою заміни свіжої води з джерела. Доцільно нормативно-чисті води з витратою  $Q_{н/год}$  направити на підприємства з великими витратами технічної води і низькими вимогами до якості оборотної води. У цьому разі витрата свіжої води на підприємстві складає:

$$Q''_T = Q'_T - \sum_1^3 Q_{н/о} - \sum_1^3 P_3 = Q'_T - Q_{н/ч}, \quad (2.13)$$

$$\text{де } Q_{н/ч} = \sum_1^3 Q_{н/о} + \sum_1^3 P_3 \quad (2.14)$$

Подальше скорочення витрат свіжої води на технічні потреби можливе шляхом заміни її очищеними міськими стічними водами. Згідно з вимогами органів санітарно-екологічного контролю, втрати води з краплинним винесенням із системи оборотного водопостачання не повинні перевищувати 0,05% від витрати оборотної води. Тому знаходять значення  $P''_2$  для усіх підприємств промвузла, де проведено заміну свіжої технічної води, визначають економію води і враховують її у балансі.

Обчислення виконують за формулами

$$P'' = \frac{Q_{зв} \cdot 0,05}{100}; \quad E(P_2) = P'_2 - P''_2. \quad (2.15)$$

Знайдене значення економії води віднімають з прибуткової і видаткової частин рівняння балансу. Доцільно зменшити витрати технічної води, але при відсутності цих витрат допускають вирахування з  $Q_{птп}$ .

$$Q'''_T = Q''_T - E(P''_2) \quad \text{або} \quad Q'_{птп} = Q_{птп} - E(P''_2). \quad (2.16)$$

У цьому випадку зберігається рівність прибуткової і видаткової частин водного балансу. Потім робимо заміну свіжої технічної води очищеними міськими стічними водами. Витрату міських стічних вод, що направляють для водопостачання підприємств промвузла знаходять за формулою

$$Q_{д/о} = \sum_1^3 Q'''_T \quad (2.17)$$

Виконують також розрахунок балансу водоспоживання на очисних спорудах міста (МОС) за формулою

$$Q_{мос} = \sum_1^3 Q_{п/о} + \sum_1^3 Q_{г/поб} + Q_{г/поб. м.} = \sum_1^3 Q_{п/о} + \sum_1^4 Q_{г/поб}, \quad (2.18)$$

де  $Q_{мос}$  - потужність міських очисних споруд,  $м^3/добу$ .

$Q_{г/поб. м.}$  - витрата господарсько-побутових стічних вод від житлово-комунальних об'єктів міста.

Втрати води на очисних спорудах з осадом  $P_{ос.мос}$  знаходять за формулою

$$P_{ос.мос} = \frac{2 \cdot Q_{мос}}{100}, \quad м^3/добу. \quad (2.19)$$

Рівняння водного балансу на МОС набуває наступного вигляду:

$$Q_{мос} = Q_{д/о} + P_{ос.мос} + q_{ск}, \quad (2.20)$$

де  $q_{ск}$  - витрата стічних вод, що надходять у водний об'єкт.

Правильність виконаних розрахунків перевіряють з рівняння балансу водоспоживання промвузла за формулою:

$$\sum_1^3 Q_{птп} + \sum_1^4 Q_{г/п} = \sum_1^3 P_{заг} + P_{ос.мос} + q_{ск} + \sum_1^n Q_{ф} \quad (2.21)$$

У прибутковій частині рівняння (2.21.) відсутня витрата свіжої технічної води, оскільки на технічні потреби використовуються очищені міські стічні води з витратою  $Q_{до}$ .

Рівняння водного балансу промвузла має вигляд:

$$\sum_1^4 Q_{г/п} + \sum_1^2 Q_{птп} = \sum_1^3 P_{заг} + P_{ос.мос} + q_{ск} \quad (2.22)$$

Якщо  $\Sigma Q_{пост} = \Sigma Q_{уб}$ , то приступають до визначення можливості використання річки як джерела водопостачання.

По результатах розрахунків студенти заповнюють **Форму 5**, з обов'язковим вказанням розрахункової сумарної економії свіжої питної і технічної води, м<sup>3</sup>/доб.

Знову роблять розрахунок коефіцієнтів  $K_{зв}$ ,  $K_{св}$  і  $P_{б.с.}$ (за формулами (2.7)–(2.8), а по результатах розрахунків студенти заповнюють відповідну графу **Форми 7**.

### ***3. Визначення і оцінка впливу водовідбору промвузла на режим використання вододжерела***

Розрахунки, виконані в цьому розділі, дозволяють визначити загальний водовідбір свіжої води з джерела водопостачання для господарсько-питних і виробничих цілей промвузла на трьох етапах розвитку водного господарства. Результати розрахунку будуть використані для оцінки достатності витрат річки з метою покриття розрахункового водоспоживання промвузла з урахуванням гарантованих санітарних витрат нижче проектного водозабору. Розрахунок достатності витрат річки повинно виконувати за даними 1-го етапу розвитку промвузла, тому що на наступних етапах раціональне використання води забезпечить поліпшення екологічного стану вододжерела і потреб у воді промвузла. Для наочності розрахунки виконують у таблицях. Дані для розрахунку необхідно брати з рисунків балансових схем відповідного етапу і розрахункових значень  $Q_{г/п}$  для населення міста.

### **3.1. Визначення загального водовідбору промвузла**

Загальну витрату на господарсько-питні потреби промвузла визначають, заповнюючи відповідні таблиці, наведені у **Формі 6**.

### **3.2. Визначення достатності витрат річки для покриття потреб промвузла**

Річка може бути джерелом водопостачання, якщо її видатковий режим після забору води на потреби промвузла буде гарантовано розрахунковою санітарною витратою нижче водозабору. Розрахунок виконують шляхом зіставлення загального водовідбору на 1-му етапі реконструкції (див. **Форму 6, табл.Ф. 6.4, гр.1**) із середнім багаторічним  $Q_{сбр}$  за рівнянням

$$Q_{в/з} < (0,7...0,8)Q_{сбр}. \quad (3.1)$$

Якщо  $Q_{в/з} > Q_{з}$ , то можливі такі рішення:

- а) використання декількох джерел (групова чи районна схеми водопостачання);
- б) оцінити можливість використання на наступних етапах реконструкції;
- в) зменшити продуктивність водоемких підприємств промвузла;
- г) переглянути склад промвузла;
- д) передбачити регулювання стоку.

Значення величин  $Q_{см.}$ ,  $Q_{ор.}$ ,  $Q_{сбр.}$  студенти обирають за власним варіантом згідно журналу викладача за **Додатком 3**.

Необхідність і вид регулювання стоку (сезонний, багаторічний), достатність витрат нижче водозабірних споруд промвузла уточнюють шляхом зіставлення значень  $Q_{в/з}$  із середньомісячним  $Q_{ср.міс.95\%}$  за рівнянням

$$Q_{сан} = Q_{ср.міс.95\%} - Q_{в/з} > K \cdot Q_{ср.міс.95\%} = Q_{сан.мін}. \quad (3.2)$$

де  $Q_{сан}$  - фактична витрата нижче водозабору,  $м^3/с$ ;

$K$  - коефіцієнт, рівний 0,3 при  $Q_{ср.міс.95\%} = 0,5-10 м^3/с$ .

Якщо нерівність (3.2) виконується, то річку можна використовувати як джерело водопостачання без регулювання стоку; якщо  $Q_{сан} < Q_{сан.мін.}$  чи  $Q_{сан} < 0$  - потрібне регулювання стоку.

### **3.3. Розрахунок і оцінка умов спуску стічних вод у річку**

Розрахунки дозволяють оцінити санітарно-екологічну обстановку при скиданні стічних вод у річку, визначити основні напрямки інженерно-технічних заходів, що забезпечують екологічну безпеку району розвитку водогосподарського комплексу.

Для виконання розрахунків треба визначитися з басейном річки і якістю річкової води в рекомендованих межах **Додатку 4**.

У таблиці якості річкової води необхідно визначити перелік токсичних речовин, що містяться в стічних водах підприємств промвузла з концентрацією близькою до ГДК. Потім виконують оцінку якості річкової води (за даними **Додатку 4**) шляхом порівняння визначених показників з нормативними відповідно до діючих класифікацій за завислими речовинами, загальним

солевмістом, бактеріальним забрудненням, специфічним забрудненням та ін., що вивчають в теоретичному курсі дисципліни.

Стосовно витрат річки необхідно визначитися з характеристикою русла за коефіцієнтами звивистості, шерохватості, намітити контрольні створи залежно від виду водокористування (Додаток 5).

### 3.4. Розрахунок кратності розбавлення стічних вод водами річки

Випуск стічних вод у річку треба здійснювати з урахуванням забезпечення найбільш повного змішування і розведення водами річки у місці їх скиду.

Самоочищення природних вод відбувається при багаторазовому (1:7-1:10) розведенні чистою водою. Величиною, що показує у скільки разів знизилася концентрація забруднюючої речовини в стічних водах на розглянутій ділянці річки, є значення кратності розведення

Реальну кратність розведення  $n$  визначають за формулою

$$n = \frac{\gamma \cdot Q + q_{\bar{n}\bar{e}}}{q_{\bar{n}\bar{e}}}, \quad (3.3)$$

де  $\gamma$  - коефіцієнт, який враховує ступінь повноти змішування і розведення стічних вод у водному об'єкті:

$Q$  – середньомісячна витрата річки 95% забезпеченості, м<sup>3</sup>/с;

$Q_{\text{ск.}}$  - витрата стічних вод, що надходить у річку від МОС, м<sup>3</sup>/с (розраховується за балансовою схемою промвузла, **Форма 4**).

Коефіцієнт  $\gamma$  знаходять за формулою

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + \frac{Q}{q_{\bar{n}k}} \cdot \beta}, \quad (3.4)$$

$$\text{де } \beta = e^{-\alpha \sqrt[3]{L}} = \frac{1}{2,72 \alpha \sqrt[3]{L}}.$$

де  $e$  – основа натурального логарифма;

( $\beta$  - коефіцієнт, що враховує гідравлічні фактори змішування;

$L$  – відстань від місця випуску до контрольного створу за фарватером річки, м.

Коефіцієнт  $\alpha$  знаходять за формулою

$$\alpha = \varphi \zeta \cdot \sqrt[3]{\frac{\dot{A}}{q_{\bar{n}k}}} \quad (3.5)$$

Для розрахунків слід прийняти  $\varphi = 1,1 \div 1,7$ ,

Коефіцієнт  $\zeta$  треба прийняти при випуску стічних вод біля берега  $\zeta = 1$ , при випуску в стрижні річки -  $\zeta = 1,5$ .

$D$  – коефіцієнт турбулентної дифузії.

Коефіцієнт  $D$  залежно від характеристики річки визначають за формулами:

а) для рівнинних річок за формулою М.В.Потапова:

$$D = \frac{V_{\bar{n}\bar{d}} \cdot \dot{I}_{\bar{n}\bar{d}}}{200} \quad (3.6)$$

б) у загальному вигляді ( не тільки для рівнинних річок) за формулою В. М. Маккавеева.

$$D = \frac{V_{\text{нд.}} \cdot \dot{I}_{\text{нд.}} \cdot q}{2mC} \quad (3.7)$$

в) для річок будь-якого характеру

$$D = \frac{V_{\text{нд.}} \cdot \dot{I}_{\text{нд.}}}{37C^2} \quad (3.8)$$

де  $V_{\text{сп.}}$  – середня швидкість води на ділянці змішування, м/с;

$H_{\text{сп.}}$  – середня глибина річки на тій же ділянці, м (див. додаток 3);

$q$  - прискорення вільного падіння ( $q = 9,81 \text{ м/с}^2$ );

$m$  – коефіцієнт Бусинського ( $m = 24$ );

$C$  – коефіцієнт Шезі.

При розрахунку для конкретного водного об'єкта коефіцієнт Шезі можна знайти за формулою

$$C = \frac{V_{\text{нд.}}}{\sqrt{\dot{I}_{\text{нд.}} \cdot H_{\text{нд.}}^3}}, \quad (3.9)$$

де  $i$  – ухил водної поверхні.

Для віртуальної річки (при відсутності даних показника  $i$ ) коефіцієнт Шезі можна визначити за формулою

$$C = \frac{1}{n} \sqrt[6]{H_{\text{сп.}}}, \quad (3.10)$$

де  $n$  - коефіцієнт шерохватості русла річки (визначають за даними **Додатку 5**).

Величину  $L$  визначають залежно від місця розміщення контрольного створу. Перший контрольний створ намічають на річці нижче за течією від місця скидання стічних вод на відстані 500 м, якщо річку використовують в рибогосподарських цілях, у інших випадках на відстані 1 км вище найближчого пункту водокористування. Якщо на цій відстані  $\gamma < 0,8$ , то знаходять відстань до контрольного створу повного змішання  $L_{\text{п.з.}}$  за формулою

$$L_{\text{п.з.}} = \left[ \frac{2,3}{\alpha} \lg \frac{\gamma \cdot Q + q_{\text{сє}}}{(1 - \gamma) \cdot q_{\text{нє}}} \right]^3 \quad (3.11)$$

Приймають  $\gamma = 0,90$

Максимальний дефіцит кисню у річці може наступити за 2-3 доби після надходження СВ, тому величину  $L$  необхідно визначити за формулою

$$L = 86400 \cdot t \cdot V_{\text{сп.}}, \text{ м,}$$

де  $t$  – тривалість переміщення води, діб.

Розрахункове значення показника  $n$  використовують при встановленні необхідного ступеня очищення стічних вод якщо  $n > 10$ . При  $n < 10$  розвиток водогосподарчого комплексу на річці недоцільно і подальші шляхи вирішення проблеми потрібно погодити з викладачем.



### 3.5. Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод і гранично допустимого скиду (ГДС) забруднень

Необхідний ступінь очищення стічних вод при скиданні їх у водний об'єкт визначають для завислих речовин, БПК, нафтопродуктів і 2-3 токсичних речовин.

Токсичні речовини, для яких виконують розрахунок ГДС, знаходять за найбільшим значенням концентрації у стічних водах, або за найменшим значенню ГДС у джерелі відповідного виду водокористування. Якість стічних вод підприємств різних галузей промисловості визначається за **Додатком 6**.

Середню концентрацію забруднень ( $C_{cp.i}$ ) у міських стічних водах знаходять за формулою

$$C_{cp.i} = \frac{C_1 q_1 + C_2 q_2 + C_3 q_3 + C_4 q_4}{q_1 + q_2 + q_3 + q_4}, \quad (3.12)$$

де  $C_{cp.i}$  – середня концентрація відповідного забруднення, мг/дм<sup>3</sup> (мг/л);

$C_1, C_2, C_3, C_4$  – відповідно концентрація одного виду забруднення у стічних водах підприємств промвузла і господарсько-побутових стічних вод, мг/дм<sup>3</sup>;

$q_1, q_2, q_3$  – відповідно, витрати виробничих стічних вод що підлягають очищенню на МОС, м<sup>3</sup>/добу;

$q_4$  – сумарна витрата господарсько-побутових стічних вод від трьох підприємств і населення міста ( $q_4 = \sum_1^4 Q_{z/n}$ ), м<sup>3</sup>/добу.

**Усі значення витрат стічних вод потрібно брати для розрахунку з балансової схеми промвузла (Форма 4).**

Допустиму концентрацію завислих речовин в очищених на МОС стічних водах, що скидаються в річку ( $C_{доп.з.р.}$ ), визначають за формулою

$$C_{доп.з.р.} = C_{доп.} \left( \frac{Q}{q_{ск}} + 1 \right) + C_p, \quad \text{мг/дм}^3, \quad (3.13)$$

де  $C_{доп.}$  – допустиме збільшення вмісту завислих речовин у річковій воді після скиду стічних вод, мг/дм<sup>3</sup>,  $C_{доп.}$  для 1-го виду водокористування приймають рівним 0,25 мг/дм<sup>3</sup>, для 2-го виду водокористування – 0,75 мг/дм<sup>3</sup>;

$C_{р.з.р.}$  – концентрація завислих речовин у річковій воді до скиду стічних вод (у фоновому створі), мг/дм<sup>3</sup>.

Необхідну ефективність знешкодження на міських спорудах біологічного очищення визначають за формулою

$$E_{iМОС} = \frac{C_{cp} - C_{доп.з.р.}}{C_{cp}} \cdot 100, \quad (3.14)$$

де  $E_{iМОС}$  – необхідна ефективність очищення і – забруднення на МОС, %;

$C_{доп.i}$  – допустима концентрація і-го забруднення, мг/дм<sup>3</sup>.

Допустиму концентрацію забруднень  $L_{доп.}$ , яку знаходять за показником БПК, можна розрахувати за формулою

$$L_{\text{доп.}} = \frac{\mathcal{Q}}{q_{\text{ск.}} \cdot 10^{-K_{\text{ст.}} \cdot t}} (L_{\text{г.д.}} - L_p \cdot 10^{-K_p \cdot t}) + \frac{L_{\text{г.д.}}}{10^{-K_{\text{ст.}} \cdot t}}, \quad (3.15)$$

де  $K_{\text{ст.}}$  і  $K_p$  – константи швидкості споживання кисню відповідно стічною і річковою водою;

$\mathcal{Q}$  – розрахункова витрата води річки, що бере участь у змішуванні, м<sup>3</sup>/с;

$t$  – тривалість переміщення води від місця спуску стічних вод до розрахункового пункту, діб;

$L_{\text{г.д.}}$  – гранично допустима БПК річкової і стічної води у розрахунковому створі.

Константу  $K_p$  визначають залежно від прийнятої у проекті температури води, використовуючи дані **Додатку 7**.

У роботі можна прийняти  $K_{\text{ст.}} = K_p$ , тому що відсутні аналогічні показники для розглянутої якості стічних вод промвузла. Якщо частка промстока у загальному стоці, що надходить на МОС, не перевищує 0,3 (30%), то можна прийняти  $K_{\text{ст.}} = K_p = 0,1$

Чисельне значення  $t$  знаходять за формулою

$$t = \frac{L}{v_{\text{ср.}} \cdot 86400}, \quad \text{діб}, \quad (3.16)$$

де  $L$  – відстань по осі потоку до контрольного створу, м;

$v_{\text{ср.}}$  – середня швидкість води, м/с;

$L_{\text{г.д.}}$  для водойм, використовуваних з метою господарсько-питного водопостачання, водопостачання харчових підприємств чи рибогосподарських потреб, приймається рівним 3,0 мг/л, для рекреаційних та інших цілей – 6,0 мг/л;

$L_p$  – БПК<sub>повн.</sub> річкової води до місця скиду стічних вод. Визначають за додатком 7.

Необхідний ступінь очищення  $E_{\text{БПК МОС}}$ , % встановлюють за формулою(3.13).

**Якщо  $E_{\text{з.р.МОС}} \geq 95\%$ ,  $E_{\text{БПК МОС}} \geq 96\%$  - необхідно визначити вихідну концентрацію забруднень ( $C_{\text{ср.взв.}}$ ,  $C_{\text{ср.БПК}}$ ), допустиму для МОС з урахуванням збереження вимог до очищеної води або передбачити доочищення для усіх стічних вод, що надходять на МОС.**

Далі роблять перевірку забезпеченості річкової води розчиненим киснем (не менше 4 мг/л) для окислювання органічних забруднень суміші річкової і стічної води. Розрахункову максимально допустиму концентрацію забруднень, що визначаються за показником БПК, яка забезпечує нормований кисневий режим ріки, встановлюють без урахування реаерації за формулою

$$C_{\text{БПК}} = \frac{2,5\mathcal{Q}}{q_{\text{ск.}}} (O_p - 0,4C_p - 4) - 10, \quad \text{мг/л} \quad (3.17)$$

де  $\mathcal{Q}$  – розрахункова витрата води річки, що бере участь у змішуванні, м<sup>3</sup>/с;

$O_p$  – вміст розчиненого кисню в річковій воді до місця скиду стічних вод, мг/л; чи  $г/м^3$ . приймають за **Додатком 8**;

$C_p$  – повна біологічна потреба кисню річкової води, мг/л чи  $г/м^3$ ;

0,4 – коефіцієнт для перерахування повного споживання кисню в дводобове;

4 – найменша концентрація розчиненого кисню, що повинна залишитися у воді водойми в зоні забруднення нижче спуску стічних вод ,

10 – коефіцієнт, отриманий при вирішенні рівняння кисневого балансу річкової води при спуску стічних вод.

Коли виявиться, що  $C_{БПК} < L_{доп.}$  , то всі стічні води, які надходять у водний об'єкт, повинні доочищуватися до концентрації  $C_{БПК}$ .

### **3.5.1. Розрахунок ГДС токсичних забруднень підприємствами промвузла до системи водовідведення міста**

Після визначення переліку токсичних речовин, що присутні у стічних водах підприємств промвузла, приступають до розрахунку гранично допустимої концентрації цих речовин у очищених на МОС стічних водах і, що скидаються у водний об'єкт за формулою

$$C_{д.д.} = (n - 1) \cdot (C_N - C_p) + C_N \quad (3.18)$$

де  $C_{п.р.}$  – допустима концентрація токсичної речовини у очищених міських стічних водах, мг/л;

$C_N$  – ПДК токсичної речовини у контрольному створі річки відповідного виду водокористування, мг/л;

$C_p$  – фактична концентрація тієї ж речовини у воді водного об'єкта до скидання у нього стічних вод даних очисних споруд, мг/л. Приймають самостійно відповідно до прийнятої якості води в джерелі.

У випадку прийнятого значення  $C_p > C_N$  очищення повинно проводитися до нормативного значення, тобто  $C_{п.р.} = C_N$  . Оскільки токсичні речовини знижують ефективність очищення і навіть припиняють життєдіяльність мікроорганізмів очисних споруд, необхідно визначити фактичну концентрацію забруднення  $C_{мсв.}$  у суміші виробничих і господарсько-побутових стічних вод, що надходять на МОС, за формулою

$$C_{мсв.} = \frac{C_{т.р.} \cdot 100}{100 - E} \quad (3.19)$$

де  $E$  – ефективність очищення даної токсичної речовини %. Приймають за **Додатком 9**.

Якщо речовина не видаляється у процесі біологічного очищення, то її концентрація у міських стічних водах, що надходять на МОС, не повинна перевищувати значення ГДК (див. **Додаток 10**).

Отримане значення  $C_{\text{МСВ}}$  не повинно перевищувати концентрацію цієї речовини, максимально допустимої для біологічного очищення  $C_{\text{БОС}}$ . (див **Додаток 11**) .Якщо  $C_{\text{МСВ}} > C_{\text{БОС}}$ , то слід перерахувати Стр прийнявши, що  $C_{\text{МСВ}} = C_{\text{БОС}}$ , за формулою

$$\tilde{N}_{\text{д.д.}} = \frac{C_{\text{бос}} \cdot (100 - E)}{100} \quad (3.20)$$

Потім виконують розрахунок допустимої концентрації токсичної речовини у сумарній витраті виробничих стічних вод  $C_{\text{ВСВ}}$ :

$$C_{\text{ВСВ}} = \frac{Q}{q} (C_{\text{МСВ}} - C_{\text{Г/поб}}) + C_{\text{Г/поб}}, \quad (3.21)$$

де  $Q$  – витрата міських стічних вод (суміш господарсько-побутових вод від населення міста і виробничих), що містять дану токсичну речовину),  $\text{м}^3/\text{добу}$ ;

$q$  – сумарна витрата виробничих стічних вод, що містять дану токсичну речовину,  $\text{м}^3/\text{добу}$ ;

$C_{\text{Г/поб}}$  – концентрація токсичної речовини у господарсько-побутових стічних у водах,  $\text{мг/л}$ ;

Визначається за **Додатком 12**. При відсутності даних приймають  $C_{\text{Г/поб}} = 0$

Отримане значення  $C_{\text{ВСВ}}$  для розглянутої речовини є нормативним для всього басейну каналізування і контролюється службами Водоканалу. ГДС знаходять за формулою

$$P = C_{\text{ВСВ}} \cdot \frac{q_i}{24}, \quad (3.22)$$

де  $P$  – ГДС токсичної речовини в систему водовідведення міста,  $\text{г/год}$ ;

$q_i$  – витрата стічних вод підприємства, що містять токсичну речовину,  $\text{м}^3/\text{добу}$  ( на балансових схемах  $Q_{\text{п/о}}$ );

ГДС токсичних речовин відображують в договорі підприємства з Водоканалом і контролюють органами СЭС і Міністерства екології і природних ресурсів.

#### 4. Економічна оцінка розроблених водозберігаючих природоохоронних інженерно-технічних рішень

##### 4.1. Розрахунок відвернутого економічного збитку

Розрахунок виконують відповідно до «Тимчасової типової методики визначення економічної ефективності здійснення заходів і оцінки економічного збитку, заподіяного народному господарству забрудненням навколишнього середовища».

Економічний ефект ( $E_k$ ) досягається в результаті зменшення збитку від річного скидання забруднень у водний об'єкт. Визначають за формулою

$$E_k = Y_1 - Y_2, \text{ тис. грн.}, \quad (4.1)$$

де  $Y_1$  і  $Y_2$  - відповідно збиток до і після впровадження природоохоронних заходів.

Економічну оцінку річного збитку від скидання забруднюючих домішок у річку виконують за формулою:

$$Y = \gamma \cdot a_k \cdot M, \text{ тис. грн.}, \quad (4.2)$$

де  $\gamma$  - константа, приймають рівною 144 грн./ум. т.

$a_k$  - константа для ділянки річки куди відбувається скид, приймають за даними Додатку 13.

$M$  - приведена маса річного скидання забруднень у водогосподарчу ділянку ріки, ум. т/рік.

Чисельне значення  $M$  знаходять за формулою

$$M = \sum_{i=1}^n A_i \cdot m_i, \quad (4.3)$$

де  $A_i$  - показник відносної небезпеки скидання  $i$ -го речовини в річку, ум.т/т,

$m_i$  - загальна маса річного скидання  $i$ -го забруднення, т/рік, .

$n$  - число виглядів забруднень.

Загальну масу річного скидання забруднюючих речовин визначають за формулою

$$m_i = \frac{C_i \cdot q_{ck} \cdot 365}{1 \cdot 10^6}, \text{ т/рік}, \quad (4.4)$$

де  $C_i$  - допустима концентрація  $i$  - забруднюючої речовини у очищених стічних водах на МОС, мг/л. Приймають за розрахунковими значеннями, наведеними в п. 3.5.1 (формули (3.13), (3.14) чи (3.17), (3.18) - для нафтопродуктів та інших токсичних речовин);

$q_{ck}$  - витрата очищених на МОС стічних вод, м<sup>3</sup>/добу. Приймають при розрахунку  $Y_2$  за даними балансової схеми промвузла (Форма 4.)

При розрахунку  $Y_1$  витрати стічних вод  $Q_{ck}$  визначають за формулою

$$Q_{ck} = Q_{\text{МОС}} - P_{\text{осМОС}}. \quad (4.5)$$

Константа  $a_k$  характеризує існуючий стан водотоку. Має значення у межах від 0,15 (р.Лена в районі м.Якутська) до 3,79 (р.Сіверський Донець).

В роботі константу  $a_k$  можна прийняти й за даними **Додатку 13**, залежно від ділянки річки чи басейну.

Чисельне значення показника відносної небезпеки величини  $A$  знаходять за даними **Додатку 14** чи за формулою (4.6), якщо константа такої забруднюючої речовини в **Додатку 14** відсутня:

$$A_i = \frac{1}{ГДК_i}, \text{ умов.т/т,} \quad (4.6)$$

де ГДК – граничнодопустима концентрація токсичної речовини у воді річки відповідного виду водокористування. Приймають за даними **Додатку 9**. При відсутності даних можна прийняти  $A=5 \cdot 10^{-4}$  ум..т/т.

Очікуваний соціальний ефект після впровадження розроблених інженерно-технічних рішень у даній роботі не враховують.

#### **4.2. Розрахунок збору платежів за скидання забруднюючих речовин у водний об'єкт**

Розрахунок суми річного збору платежів за забруднення водних об'єктів у результаті скидання стічних вод у ріки виконують відповідно до постанови Кабінету Міністрів України № 303 від 01.03.1999 р. Розрахунок роблять з урахуванням нормативів збору на всі види забруднень і регіональних (басейнових) коригувальних коефіцієнтів за формулою

$$\Phi = K \cdot \sum_{i=1}^n m_i \cdot H_i, \text{ грн. ,} \quad (4.7)$$

де  $H_i$  – норматив збору за скидання  $i$ -го забруднення, грн./т, приймають за даними **Додатків 15–16**;

$m_i$  – маса річного скидання  $i$ -го забруднення, т, визначають за формулою (7.4);

$n$  – число видів забруднень.

$K$  – басейновий коефіцієнт, приймають за даними **Додатку 17**.

У роботі роблять розрахунок поз. 2,3,4,7,9 **Додатку 15**.

Для токсичних речовин розрахунок фінансового збору виконують за нормативами залежно від значення ГДК у воді водних об'єктів рибогосподарського значення за даними **Додатку 16**.

## 5. ВИСНОВКИ

Ці методичні вказівки забезпечують можливість одержання студентами практичних навичок проектування складних замкнених систем водопостачання промвузлів і вирішення водогосподарських проблем міста. Рациональне і комплексне використання водних ресурсів басейну річки розглядають як основний фактор поліпшення соціально-економічних і екологічних умов життя міського населення.

## 6. СКЛАД, ОБСЯГ І ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ І ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ РОБОТИ НА ПК

- До складу РГР входить розрахунково-пояснювальна записка обсягом 12-15 сторінок тексту, надрукованого на ПК у редакторі Microsoft Word for Windows . Записка повинна бути надрукована на одній стороні стандартного аркуша формату А-4. Усі виконані розрахунки вносяться до таблиць та блок-схем, наведених у **Додатках-Формах 1 – 9** , та розташовуються у роботі у той же послідовності.

Розрахунково-пояснювальна записка повинна містити такі структурні частини:

- титульний аркуш;
- завдання на проектування за підписом викладача (роздрукована та заповнена вручну **Форма 1**);
- зміст;
- обов'язкові **Додатки-Форми 1– 9** для заповнення результатами розрахунків та наведення в індивідуальних розрахунково-графічних завдань;
- список літератури.

Варіант завдання відповідає порядковому номеру прізвища студента у журналі викладача.

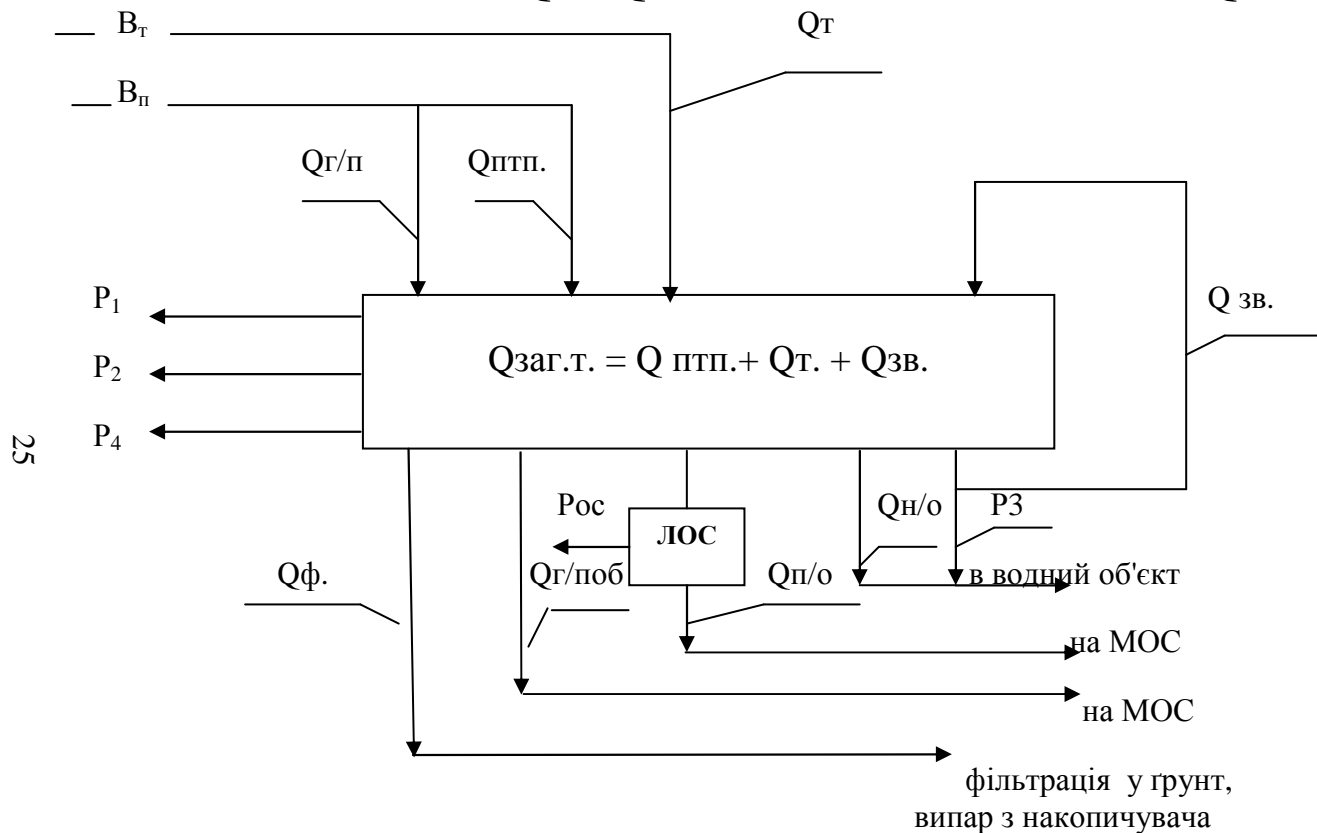




**Форма 3. Балансові схема використання води на пром підприємствах на 1 та 2 етапах реконструкції.**

**Рис.1. - Балансова схема використання води на 1-му етапі на пром підприємстві №1**

$$Q_T + Q_{ПТП} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_{oc} + Q_{П/о} + Q'_{н/о} + Q_{\phi}.$$



25

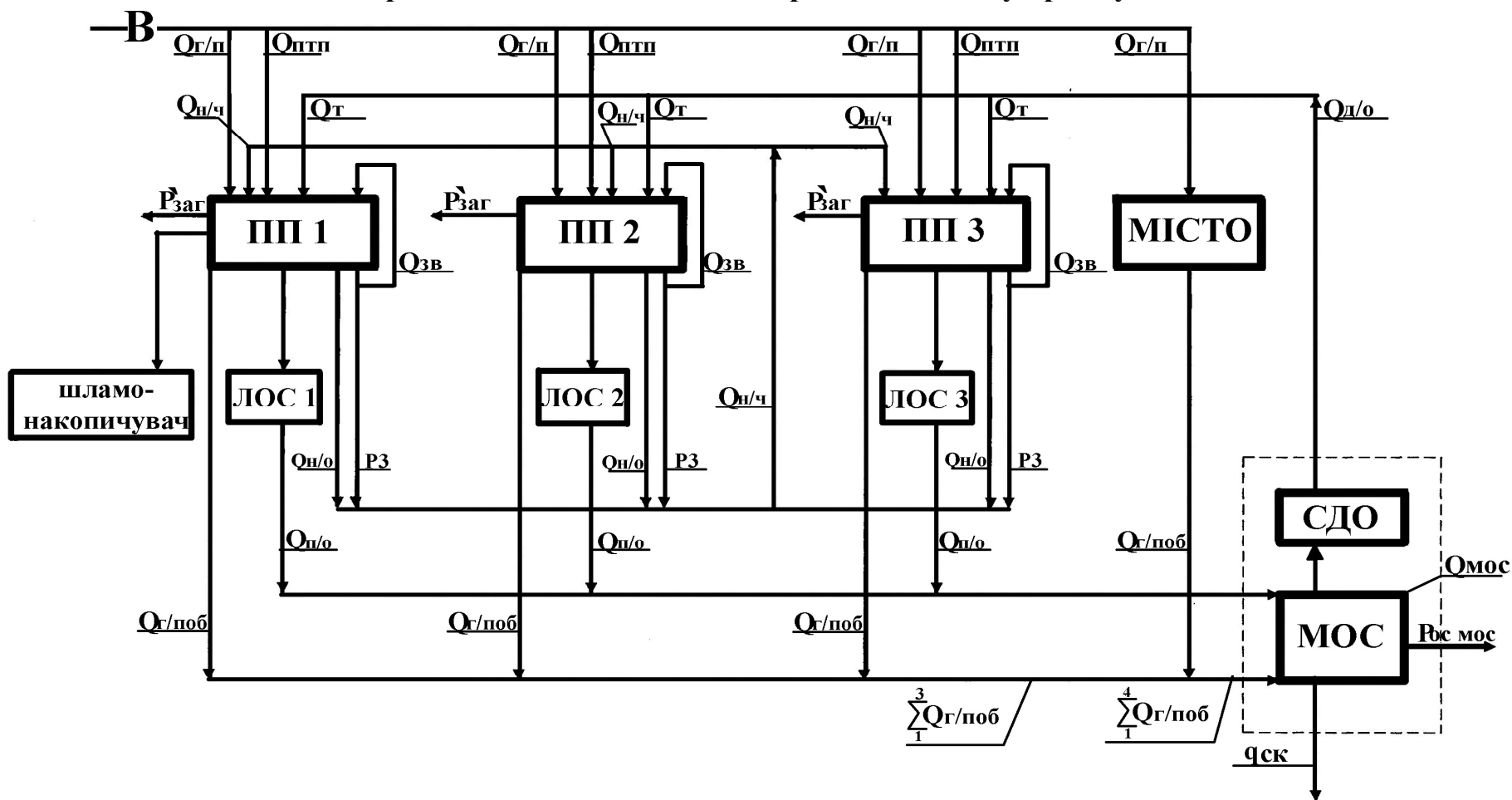
*V<sub>т</sub> – вода технічна, V<sub>п</sub> – вода питна, ЛОС – локальні очисні споруди, МОС – міські очисні споруди.*

Аналогічно виконуються балансові схеми використання води на 1-му етапі на пром підприємствах №2 та № 3.

Так само будуються балансові схеми використання води на 2-му етапі окремо для кожного підприємства, з приміткою до балансового рівняння та блок-схеми:  $E_{заг} = E(P_2) + E(P_{oc}) + E(P_3)$ .

25

Форма 4. Балансова схема використання води у промвузлі



Умовні позначення: ПП1, ПП2, ПП3 – промислові підприємства, ЛОС1, ЛОС2, ЛОС3 – локальні очисні споруди відповідного промислового підприємства, МОС – міські очисні споруди, СДО – споруди доочищення.

**Форма 5. Зведені результати складових водного балансу на підприємствах промвузла на етапах модернізації  
реконструкції водного господарства, м<sup>3</sup>/доб.**

Складові рівня водного балансу	Назва підприємства ПП№1			Назва підприємства ПП№2			Назва підприємства ПП№3		
	Витрати ПП№1			Витрати ПП№2			Витрати ПП№3		
	максимальні 1-й етап	мінімальні 2-й етап	після модернізації 3-й етап	максимальні 1-й етап	мінімальні 2-й етап	після модернізації 3-й етап	максимальні 1-й етап	мінімальні 2-й етап	після модернізації 3-й етап
Q <sub>m</sub> Q <sub>пгн</sub>									
P <sub>1</sub> P <sub>2</sub> P <sub>ос</sub> P <sub>4</sub>									
P <sub>3</sub> Q <sub>п/о</sub> Q <sub>н/о</sub> Q <sub>ф</sub>									
ΣQ <sub>пост.</sub>									
ΣQ <sub>уб.</sub>									
P <sub>заг.</sub>									

Розрахункова сумарна економія свіжої питної і технічної води, E, м<sup>3</sup>/доб, \_\_\_\_\_

**Форма 6. Визначення загального водовідбору промвузла**

**по 3-х етапах реконструкції водного господарства підприємств і міста**

Таблиця Ф.6.1. - Витрати води з господарсько-питного водопроводу на потреби населення міста і працюючих на підприємствах

Споживачі	Витрата води на етапах реконструкції					
	1		2		3	
	м <sup>3</sup> /добу	м <sup>3</sup> /с	м <sup>3</sup> /добу	м <sup>3</sup> /с	м <sup>3</sup> /добу	м <sup>3</sup> /с
Працюючі на підприємствах: ПП№1 ПП№2 ПП№3						
Населення міста						
Разом						

Таблиця Ф.6.2 - Витрати води питної якості для виробничих потреб підприємств

Споживачі	Водоспоживання підприємств на етапах реконструкції					
	1		2		3	
	м <sup>3</sup> /добу	м <sup>3</sup> /с	м <sup>3</sup> /добу	м <sup>3</sup> /с	м <sup>3</sup> /добу	м <sup>3</sup> /с
Підприємства: ПП№1 ПП№2 ПП№3						
Разом						

Таблиця Ф.6.3 - Розрахунок витрат свіжої технічної води для виробничих потреб підприємств

Показники	Етапи реконструкції		
	1	2	3
Загальне водоспоживання підприємств промвузла, м <sup>3</sup> /добу			
Невраховані витрати <sub>3</sub> (5% від загального водоспоживання), м <sup>3</sup> /добу			
Разом, м <sup>3</sup> /добу			
Витрата води на власні потреби очисної станції (10% від сумарного водоспоживання), м <sup>3</sup> /добу			
Разом, м <sup>3</sup> /добу			
Разом на технічні потреби, м <sup>3</sup> /с			

Таблиця Ф.6.4 - Розрахунок загального водовідбору свіжої води на потреби промвузла, м<sup>3</sup>/с\*

Показники	Етапи реконструкції		
	1	2	3
Водовідбір на господарсько-питні потреби			
Водовідбір на технічні потреби: а) питної води б) технічної води			
Водовідбір загальний (Qв/з)			

\*Таблицю Ф.6.4. виконують за підсумковими даними табл. Ф.6.1-Ф6.3.

Форма 7. - Оцінка ефективності використання води на технічні потреби підприємств

Коефіцієнти ефективності роботи водного господарства підприємств	Показники на етапах реконструкції		
	1	2	3
Коефіцієнт використання зворотної води, $K_{зв}$ , %			
Коефіцієнт раціональності використання вододжерела, $K_{св}$ , од.			
Коефіцієнт без зворотного водоспоживання і втрат води, $P_{б.с.}$ , %			

**Форма 8 - Санітарно-екологічні та фінансові показники ефективності роботи міських очисних споруд**

Санітарно-екологічна можливість використання річки як джерела водопостачання промвузла і приймача стічних вод за показниками  $Q_{сан.}$ ,  $Q_{сан.min}$  і «кратність розбавлення «п» \_\_\_\_\_

Забруднюючі речовини, показники	Допустима концентрація при скиді у річку, мг/дм <sup>3</sup>	Ефективність очистки на станції аерації, %	Маса забруднень (ГДС), т/рік	Сума збору платежів за скид забруднень, тис. грн/рік
Завислі речовини				
Органічні речовини, які визначаються показн. БПК <sub>повн.</sub>				
Нафтопродукти				
Токсичне, специфічне забруднення №1 _____				
Токсичне, специфічне забруднення №1 _____				

### Форма 9 - Розрахунок відвернутого економічного збитку

Вид забруднюючої речовини	Економічний ефект ( $E_k$ ) досягається в результаті зменшення збитку від річного скидання забруднень у водний об'єкт, тис. грн
Завислі речовини	
Органічні речовини, які визначаються показн. $BPK_{повн.}$	
Нафтопродукти	
Токсичне, специфічне забруднення №1 _____	
Токсичне, специфічне забруднення №2 _____	

## ДОДАТКИ.

## Додаток 1.

Таблиця Д.1 – Розрахункові витрати водоспоживання і водовідведення на підприємствах промвузла, м<sup>3</sup>/доб

№ п/п та назва підприємства	Система водопостачання	Витрати зворотної і повторно-послідовної води, Q <sub>зв</sub>	Витрати свіжої води			Витрати стічних вод			Безповоротне споживання і втрати, Р <sub>заг</sub>
			техн. якості Q <sub>т</sub>	питної якості на потреби		потребують очистки		Не потребують очищення, Q <sub>н/о</sub>	
				технічні, Q <sub>птп</sub>	госп. питні, Q <sub>г/пит</sub>	Підприємницькі, Q <sub>п/о</sub>	Госп-побутові, Q <sub>г/поб</sub>		
<b>Варіант №1</b>									
1.3- легкових автомобілів	зворотна	14241,6	2371,5	520,1	105,3	2000	105,3	0	891,6
2.Шинний з-д	зворотна	18633	1397,5	248,3	173,9	527,9	173,9	472	645,9
3.З-д фруктових і овочевих консервів	зворотна	2224	0	791,5	150	600	150	100	91,5
<b>Варіант №2</b>									
1.Автомобільний з-д	зворотна	8093,7	1156,3	1218,7	200	1500	200	0	875
2.Шинний з-д	зворотна	18633	1397,5	248,3	173,9	527,9	173,9	472	645,9
3.Хлібозавод	прямоточ.	0	0	205	77	123	77	0	82
<b>Варіант №3</b>									
1.Автомобільний з-д	зворотна	12500	2700	380	125	2375	125	80	625
2.Шинний з-д	зворотна	18633	1397,5	248,3	173,9	527,9	173,9	472	645,9
3.Хлібозавод	прямоточ.	0	0	168,3	63	100,8	63	0	67,5
<b>Варіант №4</b>									
1.З-д легкових автомобілів	зворотна	14241,6	2371,5	520,1	105,3	2000	105,3	0	891,6
2.Шинний з-д	зворотна	15700	1800	350	120	1000	120	350	800
3.Хлібозавод	прямоточ.	0	0	206	77	123	77	0	83

Варіант №5									
1.Автомобільний з-д	зворотна	12500	2700	380	125	2375	125	80	625
2.Шинний з-д	зворотна	15700	1800	350	120	1000	120	350	800
3.З-д фруктових і овочевих консервів	зворотна	2224	0	791,5	150	600	150	100	91,5
Варіант №6									
1.З-д металевих виробів	зворотна	57120	6211,8	178,5	800	3570	800	428,5	2391,8
2.Верстатобудівельний з-д	зворотна	4578	3778	1332	300	2000	300	1510	1600
3.М'ясокомбінат	зворотна	4764	214,4	1246,6	80	754	80	246	461
Варіант №7									
1.Інструментальний з-д	зворотна	2286,6	1887	300	150	800	150	307	1080
2.Верстатобудівельний завод	зворотна	4578	3778	1332	300	2000	300	1510	1600
3.З-д безалкогольних напоїв	зворотна	3441,4	215,7	2274,5	170	2000	170	0	490,2
Варіант №8									
1.З-д металевих виробів	зворотна	57120	6211,8	178,5	800	3570	800	428,5	2391,8
2.Інструментальний завод	зворотна	3000	1500	300	80	980	80	620	200
3.Молокозавод	зворотна	1750	0	400	10	265	10	100	35
Варіант №9									
1.Інструментальний з-д	зворотна	3000	1500	300	80	980	80	620	200
2.З-д автомобільних двигунів	зворотна	6300	1500	1500	1200	1780	1200	1000	220
3.Молокозавод	зворотна	450	0	700	20	500	20	150	50



Варіант №10									
1.Завод автомобільних двигунів	зворотна	8100	2160	1260	900	1260	900	900	1260
2.Завод вантажних автомобілів	зворотна	6900	2950	270	60	1970	60	0	1350
3.М'ясокомбінат	зворотна	4764	214,4	1246,6	80	754	80	246	461
Варіант №11									
1.Виробництво каучуку	зворотна	28000	16000	0	400	1800	400	8000	7200
2.Шинний з-д	зворотна	15700	1800	350	120	1000	120	350	800
3.Кондитерська фабрика	зворотна	2240	0	670	130	520	130	0	150
Варіант №12									
1.Виробництво каучуку	зворотна	3000	16750	1750	400	2300	400	8000	8200
2.Шинний з-д	зворотна	18633	1397,5	248,3	173,9	527,9	173,9	472	645,9
3.М'ясокомбінат	зворотна	6000	270	1570	100	950	100	310	580
Варіант №13									
1.Виробництво каучуку	зворотна	28000	16000	0	400	1800	400	8000	7200
2.Шинний з-д	зворотна	18633	1397,5	248,3	173,9	527,9	173,9	472	645,9
3.Маргариновий з-д	зворотна	5288	10	547	148	281	148	264	12
Варіант №14									
1.Нафтопереробний з-д	зворотна	60000	3609	348	100	1800	100	0	2157
2. З-д автомобільних двигунів	зворотна	6300	1500	1500	1200	1780	1200	1000	220
3.Молокозавод	зворотна	1750	0	400	10	265	10	100	35
Варіант №15									
1.Нафтопереробний з-д	зворотна	60000	3609	348	100	1800	100	0	2157
2.Виробництво каучуку	зворотна	3000	16750	1750	400	2300	400	8000	8200
3.З-д безалкогольних напоїв	зворотна	16772	1366	4721	305	3658	305	0	2429

Варіант №16									
1.Приладобудівний з-д	зворотна	4768	950,4	275,2	89,6	800	89,6	0	425,6
2.Автомобільний з-д	зворотна	14237	2370,8	519,9	105,2	2000	105,6	0	890,7
3.Кондитерська фабрика	зворотна	1292,8	0	386,5	74,9	300	74,9	0	86,5
Варіант №17									
1.Виробництво паперу та картону	зворотна	17882,6	5109	0	182	1934	182	3065	210
2.Виробництво ДВП	зворотна	6859,8	5661	1998	150	2331	150	666	4662
3.Приладобудівний з-д	зворотна	4768	950,4	275,2	89,6	800	89,6	0	425,6
Варіант №18									
1.Виробництво хімволокна капрон	зворотна	48400	17142	3214	107,1	5357	107,1	9642	5357
2.Панчішна фабрика	прямоточ.	0	1219	140,5	200	840	200	359,5	160
3.Інструментальний з-д	зворотна	3000	1500	300	80	980	80	620	200
Варіант №19									
1.З-д металевих виробів	зворотна	43200	4698	135	800	2700	800	324	1809
2.Автобусний з-д	зворотна	8400	1950	774	700	2334	700	0	390
3.Приладобудівний з-д	зворотна	4768	950,4	275,2	89,6	800	89,6	0	425,6
Варіант №20									
1.Нафтопереробний з-д	зворотна	36400	12620	120	294	3220	294	0	9520
2. З-д бензинових автомобільних двигунів	зворотна	3780	900	900	720	600	720	600	600
3.Верстатобудівельний	зворотна	4578	3778	1332	300	2000	300	1510	1600

Варіант №21									
1.Суконний комбінат	зворотна	30000	4100	650	300	2350	30	150	2250
2.Виробництво віскозного шовку	зворотна	7300	5640	0	870	5568	870	0	72
3.Панчішна фабрика	прямоточ.	0	1500	300	200	1300	200	350	150
Варіант №22									
1.Виробництво хімволокна капрон	зворотна	48400	17142	3214	107,1	5357	107,1	9642	5357
2.Панчішна фабрика	прямоточ.	0	1219	140,5	200	840	200	359,5	160
3.Парфумерна фабрика	зворотна	2300	1150	500	300	1070	300	520	60
Варіант №23									
1.Виробництво паперу та картону	зворотна	1788,26	5109	100	182	1934	182	3065	210
2.З-д вантажних автомобілів	зворотна	6900	2950	370	60	1970	60	0	1350
3.Нафтопереробний завод	зворотна	60000	3609	348	100	1800	100	0	2157
Варіант №24									
1.З-д електронно-обчислювальної техніки	зворотна	14900	2970	920	280	2500	280	0	1390
2.Виробництво тарного картону	зворотна	24500	7000	1350	250	2650	250	4200	1500
3.Комбайновий з-д	зворотна	14310	1510	31	773	1040	773	216	285
Варіант №25									
1.З-д металевих виробів	зворотна	57120	6211,8	178,5	500	3570	500	428,3	2392
2.Машинобудівний з-д	зворотна	5722,7	4722,6	1666,8	800	1944,6	800	555,6	3889,2
3.Пивоварний завод	зворотна	3441,4	215,4	2274,8	176,5	2000	176,5	0	490,2

Варіант №26									
1.Інструментальний з-д	зворотна	5000	2000	300	200	1350	200	250	700
2.Приладобудівний з-д	зворотна	4768	950,4	275,2	100	800	100	0	425,6
3.Виробництво тарного картону	зворотна	24500	7000	1350	250	2650	250	4200	1500
Варіант №27									
1.Трубопрокатний з-д	зворотна	57120	6000	200	400	3500	400	1142,4	1557,6
2.Верстатобудівельний з-д	зворотна	4578	3778	1332	300	2000	300	1510	1600
3.М'ясокомбінат	зворотна	6000	270	1570	100	950	100	310	580
Варіант №28									
1.Нафтопереробний завод	зворотна	60000	3609	348	150	1800	150	0	2157
2.Виробництво синтетичного каучуку	зворотна	13950	7845	0	212	870	212	3906	3069
3.Шинний з-д	зворотна	18633	1397,5	248,3	173,9	527,9	173,9	472	645,9
Варіант №29									
1.Виробництво синтетичного каучуку	зворотна	13950	7845	0	212	870	212	3906	3069
2.Шинний з-д	зворотна	15700	1800	350	120	1000	120	350	800
3.Хлібозавод	прямоточ.	-	0	187	70	112	70	0	75
Варіант №30									
1.Виробництво пластмаси	зворотна	54900	3950	170	220	2100	220	0	2020
2.Завод електронно-обчислювальної техніки	зворотна	14900	2970	920	280	2500	280	0	1390
3.Взуттєва фабрика	зворотна	250	0	740	90	490	90	0	250

**Додаток 2. Таблиця Д.2 - Значення  $K_{\text{вип.}}$  для баштових і вентиляторних градирень**

Температура повітря, °С	0	10	20	30
Коефіцієнт $K_{\text{вип.}}$	0,001	0,0012	0,0014	0,0015

**Додаток 3. Таблиця Д.3 – Характеристика населеного пункту та джерела водопостачання**

№ варіанту	Кількість мешканців населеного пункту, тис.чол.	Розрахункові характеристики джерела водопостачання				Середня швидкість, V, м/с	Середня глибина, Н, м
		Витрати Q, м <sup>3</sup> /с					
		Середньо-багаторічні, Q <sub>сбр.</sub>	Середньо-річні 95% забезпеченості, Q <sub>ор.</sub>	Середньо-місячні 95% забезпеченості, Q <sub>см.</sub>			
1	500	50	14	4	1,6	5,0	
2	400	40	14,6	3,2	0,8	3,9	
3	350	35	13,7	4,2	1,3	2,8	
4	300	30	10,5	3,5	1,1	2,7	
5	250	25	12,4	2,9	0,8	2,2	
6	200	20	11,5	3,1	0,9	2,4	
7	160	18	7,9	2,6	0,6	1,9	
8	150	15	8,3	3,8	0,7	2	
9	120	12	9	1,5	0,5	1,7	
10	100	10	8,3	2,6	1,4	1,8	
11	90	19	10,2	2,7	1,4	1,9	
12	80	28	7,5	6,0	1,2	1,6	
13	70	27	8	3,2	0,5	1,5	
14	60	26	17	24	0,7	1,6	
15	50	25	14	21	0,3	1,2	
16	450	17	8,7	3,3	1,2	2,5	
17	350	16	7,4	3,7	1,2	3,4	
18	300	15	6,0	2,5	0,7	2,2	
19	250	14	8,3	2,6	0,8	2,6	
20	200	13	9,2	2,4	1,1	1,8	
21	150	12	8,0	3,2	0,9	2,1	
22	100	19	10,3	2,9	1,3	3,2	
23	80	17	9,1	3,3	0,7	3,8	
24	60	8	6,2	2,4	0,9	0,9	
25	50	9	9,5	2,7	2,2	1,4	
26	100	1,39	0,3	0,17	0,2	0,6	
27	150	3,29	1,1	0,80	0,17	1,2	
28	200	14,2	8,1	2,38	0,6	2,4	
29	250	30,8	21,6	15,2	0,9	5,2	
30	300	21,8	11,2	6,34	0,4	3,1	

#### Додаток 4

#### Таблиця Д.4 – Характеристика якості річкової води

№п/п	Показник	Одиниця вимірювання	Значення показника
1	Запах	бал	2-3
2	Кольоровість	град ПКШ	20-60
3	Мутність	мг/л	12-1500
4	Завислі речовини	мг/л	2,5-9,7
5	Температура	С°	10-24
6	pH	–	6,5-8,5
7	Загальний солевміст	мг/л	80-600
8	Загальна жорсткість	мг-екв/л	1,5-8
9	Хлоріди	мг/л	17-800
10	Сульфати	мг/л	60-500
11	Розчинений кисень	мг/л	5,2-11,3
12	Окисність	мгО <sub>2</sub> /л	3,5-9,5
13	ХПК	мгО <sub>2</sub> /л	8,3-22,7
14	БПК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /л	2,3-5,1
15	Азот амонійний	мг/л	0,3-1,6
16	Нафтопродукти	мг/л	0,1-0,5
17	Залізо загальне	мг/л	0,001-3
18	Цинк	мг/л	0,01-0,06
19	Мідь	мг/л	0,01-1
20	Марганець	мг/л	0,01-4
21	Фтор	мг/л	0,3-0,5
22	Фенол	мг/л	0,0013-0,003
23	Токсичні речовини	визначають якість стічних вод.	

#### Додаток 5.

#### Таблиця Д.5 - Коефіцієнти шерохватості для відкритих русел

Характеристика русла	n	$\frac{1}{n}$
Природні русла у дуже сприятливих умовах (чисте , пряме, незасмічене)	0,025	40
Русла постійних водотоків рівнинного типу великих і середніх річок у сприятливих умовах стану ложа і швидкості води	0,03	33,8
Порівняно чисті русла постійних рівнинних водотоків, у тому числі звивисті	0,04	25
Русла великих і середніх річок значно засмічені, звивисті й частково засмічені, кам'янисті з неспокійним плином	0,05	20
Русла зі слабким плином і заплави значно зарослі з великими глибокими вимоїнами. гірського типу	0,08	12,5
Русла болотного типу ( зарості, на багатьох місцях майже стояча вода)	0,133	7,5

**Додаток 6.**

**Таблиця Д.6 - Характеристика якості стічних вод підприємств різних галузей промисловості**

Галузі промисловості		Завислі речовини мг/л	БПК повн., мг/л	хпк, мг/л	Нафтопродукти, мг/л	Залізо, мг/л	Азот амонійний, мг/л	Фосфати, мг/л	Хлориди, мг/л	Сульфати, мг/л	Примітка
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>1. Чорна металургія</b>											
1.1.	Трубопрокатні заводи	528	5-15	45	10-50	1,25	-	-	120	96	Хром 11-17
1.2.	Металевих виробів	400-450	5-15	45/9*	10-50	300-700	7/3	10/4	300	2500	Іони важких металів СПАР 305
1.3.	Коксохімічні заводи	300-2000	700-1000	800-1600	300-500	-	100-600	-	-	-	Феноли 300-400
<b>2. Нафтопереробна і нафтохімічна промисловість</b>											
2.1.	НПЗ з неглибокою схемою переробки	25-57	135-320	245-535	30-55	-	6-40	-	105-	100-260	Феноли 0,2-20
2.2.	НПЗ з глибокою схемою переробки	20-50	120-200	30-50	-	25-30	-	-	-	-	СПАР 80-100
2.3.	Виробництво синтетичного каучуку	85	3880	3420	10						Алюміній 2,5 Ефіророзчин. 22-40
2.4.	Шинні заводи	500	100	300	20	-	-	-	-	-	Жири до 5

### 3. Хімічна промисловість

3.1.	Виробництво основної хімії	500-6000	-	-	10	-		5000-7000	-	3000-4000	Фтор 700-1000 Феноли 5-25 Ціаніди-
3.2.	Підприємство хімічних волокон	535	220	505	15	-	-	-	-	5400	Цинк 43

### 4. Деревообробна та лісохімічна промисловість

4.1	Виробництво ДВП	350	3000	-	10	-	-	-	-	-	-
4.2.	Виробництво фанери	40	138	148	10	0,22	-	-	-	-	-

### 5. Целюлозно-паперова промисловість

5.1.	Виробництво паперу і картону	300-500	40-50	1400	10	-	-	-	200	1650	Ефіророзчин.-70/10
------	------------------------------	---------	-------	------	----	---	---	---	-----	------	--------------------

### 6. Легка і текстильна промисловість

6.1.	Бавовно-паперові комбінати	18	22	-	15	-	-	-	-	-	
6.2.	Тонкосуконні фабрики	82-220	90-250	240-620	15	-	22-30	-	80-180	-	СПАР 22-75
6.3.	Шовкові комбінати	30	21	169	10	-	16,8	-	-	-	
6.4.	Панчішні фабрики	32-440	200-580	430-2300	10	-	10-20	5-12	-	-	СПАР 100-130
6.5.	Шкіряні заводи	100-500	500-300		25						Жири 1-5 СПАР 10-20 Хром 0,5-1
6.6.	Взуттєві фабрики	250-900	40-75	200-800	20	-	-	-	-	-	Хром 2 Латекс 5-30
6.7.	Хутряні фабрики	60	800	-	15	-	-	-	-	-	Жири 2 СПАР 15



<b>7. Підприємства з переробки та зберігання зерна</b>											
7.1.	Борошномільні заводи	1500	250	600	10	3	3,2	60	100		7.1.
<b>8. Підприємства хлібопекарної і загальноконсервної промисловості</b>											
8.1.	Хлібозаводи й кондитерські фабрики	1220	4400	6060	10	-	-	-	71	31	
8.2.	Заводи фруктових та овочевих консервів	20-2700	240-7800	-	10	-	100-150	0,1-0,5	400	-	
<b>9. Підприємства молочної промисловості</b>											
9.1.	Молокозаводи	350	1200	1400	10	-	60	8	150	-	Жири до 100
9.2.	Масло та сироробні заводи	600	2400	3000	10	-	90	16	200	-	Жири до 100
<b>10. Підприємства м'ясної промисловості</b>											
10.1.	М'ясокомбінати та м'ясопереробні	135-4580	1350-1700	160-2650	15	-	100-150	-	900-1800	-	-
<b>11. Підприємства масложирової промисловості</b>											
11.1.	Маслоекстракційні заводи	До 1154	10-6848	22-7112	46	-	-	-	127-290	91-180	Жири 9-3 118
11.2.	Маргаринові заводи	1415	400-4600	-	20	-	1,61	-	60	180	Жири 40- 1276
11.3.	Миловарні заводи	1500	2400	3000	20	-	8	5	350	500	СПАР 15 0,3

### 12. Парфумернокосметична промисловість

12.1.	Парфумерно-косметична фабрика	50-60	60-345	22-350	15				100-400		Феноли 0,007
-------	-------------------------------	-------	--------	--------	----	--	--	--	---------	--	--------------

### 13. Підприємства цукрової промисловості

13.1.	Цукрові заводи	10700	2700	6000	20	-	86	7,3	110	68	Сапонін 8,5/04 H <sub>2</sub> S 7,2/0
-------	----------------	-------	------	------	----	---	----	-----	-----	----	--

### 14. Підприємства виноробної, лікєро-горілочаної промисловості і безалкогольних напоїв

14.1.	Заводи шампанських вин	52-2914	30-2729	28-2568	15	-	0,08-40	-	-	-	
14.2.	Пивоварені заводи	50-2500	200-2700	400-2700	15	-	-	-	-	-	
14.3.	Заводи безалкогольних напоїв	72-322	208-696	161-833	10	-	-	-	-	-	

### 15. Верстатострументальні заводи

15.1.	Заводи важкого верстатобудування	166-700	40-100	110-393	25	-	-	-	-	-	Токсич. речовина 0,7
15.2.	Інструментальні заводи	50-200	50-100		20	-	-	-	-	-	Ефіророзчн. 1000-5000/8020

### 16. Заводи важкого енергетичного та транспортного машинобудування

16.1.	Тепловозобудівельні заводи	166-700	40-100	ПО-393	25	-	-	-	-	-	Токсич. речовина 0,7
-------	----------------------------	---------	--------	--------	----	---	---	---	---	---	----------------------

<b>17. Автомобільні заводи</b>											
17.1.	Завод легкових автомобілів	До 20	-	20	20	До 2	-	-	200	400	Ефіророзчин. 20-50
17.2.	Заводи вантажних а/м та автобусів	До 20		20	20	До 2			200	400	Ефіророзчин. 20-50
18	Підшипникові заводи	400	-	-	300	200	-	-	-	~	Ефіророзчин. 50000/2 Сг до 2,5 СМ

**Додаток 7.**

**Таблиця Д.7. - Значення константи швидкості споживання кисню річковою водою**

<b>T, °C</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	<b>30</b>
$K_p$	0,04	0,05	0,063	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,126	0,158

**Додаток 8.**

**Таблиця Д.8 - Розчинність кисню в 1 л води при нормальному тиску**

<b>T, °C</b>	<b>O<sub>p</sub>, мг</b>	<b>T, °C</b>	<b>O<sub>p</sub>, мг</b>	<b>T, °C</b>	<b>O<sub>p</sub>, мг</b>
4	13,13	13	10,6	22	8,83
5	12,8	14	10,37	23	8,68
6	12,48	15	10,15	24	8,53
7	12,17	16	9,95	25	8,38
8	11,87	17	9,74	26	8,22
9	11,59	18	9,64	27	8,07
10	11,33	19	9,35	28	7,92
11	11,08	20	9,17	29	7,77
12	10,63	21	8,89	30	7,63

### Додаток 9

**Таблиця Д.9 - Ефективність біологічної очистки певних речовин наявних в комунальних стічних водах і значення ГДК у воді об'єкту**

Речовина	Лімітуюча ознака шкідливості	Ефективність видалення на спорудах біологічної очистки населеного пункту	ГДК у воді водного об'єкта господарсько-питного використання, мг/л	ГДК у воді об'єкту рибогосподарського використання, мг/л
1	2	3	4	5
Акрилова кислота	Санітарно-токсикологічна	80	0,5	-
Амонійний азот	"-	40	2,0	-
Анілін	"-	95	0,1	0,0001
Бутиловий спирт	"-	9,5	0,1	0,03
Вінілацетат	"-	40	0,2	-
Диметилацетат	"-	98	0,4	-
Диетиламін	"-	40	2	-
Кадмій	"-	60	0,001	0,005
Кобальт	"-	50	0,1	0,01
Крезол	"-	40	0,04	-
Метанол	"-	95	3	0,1
Метакрилова кислота	"-	40	1	-
Метилметакрилат	"-	80	0,01	-
Моноетаноламін	"-	60	0,5	0,1
Миш'як	"-	50	0,05	0,05
В-нафтол	"-	80	0,4	-
Нікель	"-	50	0,1	0,01
Нітробензол	"-	85	0,2	-
Селен	"-	50	0,001	-
Свинець	"-	50	0,3	0,1
Стронцій	"-	14	7	-
Ртуть	"-	60	0,0005	-
Сурьма	"-	40	0,05	-
Тіосечовина	"-	50	0,03	-
Фториди	"-	14	1,5	0,75
Формальдегід	"-	80	0,05	0,05
Ціаніди	"-	70	0,1	0,05

Продовження табл. Д.9

1	2	3	4	5
Ацетон	Загально-санітарна	95	2,2	-
Бутилацетат	"-	40	0,1	-
Ізобутиловий спирт	"-	60	1,0	-
Капралактан	"-	95	1,0	-
Карбомол	"-	33	10	-
Мурашина кислота	"-	100	3,5	-
Резорцин	"-	95	0,1	-
Оцтова кислота	"-	100	1,2	-
Цинк	"-	70	1,0	0,01
Диметилфенол	Органолепт.	60	0,25	-
Залізо(Fe <sup>3+</sup> )	"-	80	0,3	-
Ксилол	"-	60	0,05	-
Мідь	"-	80	1,0	0,001
А-нафтол	"-	80	0,1	-
Нафта та нафтопродукти	"-	85	0,3	0,05
СПАР аніони	"-	80	0,5	-
Неіоногенні	"-	80	0,1	-
Стирол	"-	60	0,1	0,1
Толуол	"-	60	0,5	0,5
Триетаноламін	"-	40	1,4	-
Хром	"-	80	0,5	-
Жири рослинні та тваринні	"-	70	нормується по БПК	-
Фенол	"-	95	0,001	0,001

## Додаток 10

Таблиця Д. 10 - Речовини, що не вилучаються в процесі біологічної очистки

Речовина	Лімітуюча ознака шкідливості	ГДК, мг/л	Речовина	Лімітуюча ознака шкідливості	ГДК, мг/л
1	2	3	1	2	3
<i>А) при скиданні очищених стічних вод у водний об'єкт з/п водоспоживання</i>					
			Гринітрофенол (пікринова кислота)	"-	0,5
Діетилртуть	"-	0,0001	Трихлорбензо	"-	0,03
Триетиламін	"-	2	Хлориди	"-	350

Продовження табл. Д.10

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Гексахлор-бензол	Санітарно-токсикологічна	0,05	Тетрахлоретан	-"	0,2
Нітробензол	-"	0,2	Триетаноламін	-"	1,4
Нітрохлорбензол	-"	0,05	Фурфурол	-"	1
Тетрахлорбензол	-"	0,01	Етилбензол	-"	0,01
Тетраетил-свинець	-"	Відсутня	Сульфати (аніони)	-"	500
Хлорбензол	-"	0,02	Хлориди	-"	350
Чотирихлорис-тий вуглець	-"	0,0006			
<b>Б) при скиданні очищених стічних вод у водний об'єкт рибогосподарського споживання</b>					
Циклогексан	-"	од	ДДТ	Токсикол.	Відсутн
Циклогесанол	-"	0,5	Діетиланілін	-"	-"
Діхлоранілін	Органо-лептична	0,002	Хлор вільний	-"	-"
Діхлорбензол	-"	0,002	Хлорофос	-"	-"
Діетиловий ефір	-"	0,3	Сульфати (аніони)	Санітарно-токсикологічна	100
Ізопрен	-"	0,005	Хлориди	-"	300
Каптакс	-"	5		-"	
Карбофос	-"	0,05		-"	
Метафос	-"	0,02		-"	

**Додаток 11.**

**Таблиця Д.11. - Концентрація речовин, максимально допустимих для біологічної очистки**

Речовина	Концентрація, мг/л	Речовина	Концентрація, мг/л
1	2	3	4
Аліловий спирт	3	Поліакриламід	40
Алюміній	0,75	Пропіловий	12
Анілін	6	Ртуть	0,005
Ацетон	40	Свинець	0,1
Бензол	100	Сірководень	1
Вінілацетат	100	СПАР	
Бутиловий спирт	20	Сірковуглець	5
Гліцерин	90	Аніонні	20
Дібутилфлатат	0,2	Неіоногенні	50
Діетиламін	10	Солемістні	10000
Залізо	5	Стирол	10
Жири рослинні й тваринні	50	Стронцій	25

Продовження табл. Д.11

1	2	3	4
Кадмій	0,2	Сульфід	1
Карбоксил метил-целюлоза (КМЦ)	По БПК	Тіосечовина	10
Барвники синтетичні	25	Толуол	15
Крезол	100	Триетаноламі	5
Латекси	10	Оцтова	45
Марганець	30	Фенол	15
Мідь	0,5	Формальдегід	100
Метанол	30	Хром <sup>3+</sup>	2,5
Сечовина (карбамід)	По БПК	Хром <sup>6+</sup>	0,1
Миш'як	0,1	Ціаніди	1,5
Нафта та нафтопродукти	25	Цинк	1
Нікель	0,5	Етан	14

### Додаток 12

Таблиця Д.12 - Характеристика якості побутових стічних вод

Показник(забруднююча речовина)	Од. вимірювання	Можлива концентрація
Завислі речовини	мг/л	120-250
БПК <sub>20</sub>	мгО <sub>2</sub> /л	150-200
ХПК	мг/л	200-300
Азот амонійний	мг/л	18-20
Жири	мг/л	30-50
Залізо загальне	мг/л	1-2
СПАР	мг/л	5-8
Мідь	мг/л	0,01-0,03
Цинк	мг/л	0,02-0,3
Фосфор	мг/л	5-20
Хлориди	мг/л	17-800
Сульфати	мг/л	60-500

### Додаток 13.

**Таблиця Д.13 - Константа  $a_k$  для басейнів деяких рік України**

Басейни річок	Область	$a_k$
р.Дністер	Львівська, Івано-Франківська, Тернопільська	1,84
р.Дніпро	Рівненська, Волинська, Хмельницька, Житомирська, Чернігівська, Київська, Тернопільська, Сумська	1,75
р.Дніпро для областей в районі Каховського гідровузла	Київська, Черкаська, Полтавська, Сумська, Харківська, Дніпропетровська, Запорізька, Херсонська, Донецька	2,33
р.Дністер, гирло	Херсонська, Дніпропетровська	0,99
р.Сіверський Донець, гирло	Харківська, Луганська, Донецька	3,79
р.Південний Буг, гирло	Черкаська, Хмельницька, Вінницька, Кіровоградська, Миколаївська, Одеська	2,6
річки Криму	-	1,64
Інші річки України	-	1,5-2,5

### Додаток 14.

**Таблиця Д.14 - Значення константи А для деяких забруднюючих речовин**

N п/п	Найменування забруднюючих речовин	ГДК для рік, г/м <sup>3</sup>		А, ум. т/т
		рибо-господарського значення	господарсько-питного значення	
1.	Завислі речовини	20	-	0,050
2.	Нафта і нафтопродукти	0,50	-	2
3.	Азот загальний	-	10	0,100
4.	БПК	3,00	-	0,330
5.	Сульфати	-	500	0,002
6.	Хлориди	-	350	0,003
7.	Ціаніди	0,05	-	20
8.	Формальдегід	0,10	-	10
9.	Мідь	0,01	-	100
10.	Цинк	0,01	-	100
11.	Миш'як	0,05	-	20

### Додаток 15

**Таблиця Д.15 - Нормативи збору за скидання основних забруднюючих речовин у водні об'єкти**

№ п/п	Забруднюючі речовини	Норматив збору, грн/т
1	Азот амонійний	35
2	Органічні речовини (обумовлені по БПК)	14
3	Завислі речовини	1
4	Нафтопродукти	206
5	Нітрати	3
6	Нітрити	172
7	Сульфати	1
8	Фосфати	28
9	Хлориди	1



**Додаток 16**

**Таблиця Д.16 - Нормативи збору за скидання токсичних забруднень у водний об'єкт рибогосподарського значення**

ПДК забруднюючих токсичних речовин, мг/л	Норматив збору, грн/т
До 0,001	2752
0,001÷0,09	1995
0,1-1,0 включно	344
1÷10	35
Більш 10	7

**Додаток 17.**

**Таблиця .17 – Регіональні (басейнові) коефіцієнти**

Басейни морів і річок	Коефіцієнт
Азовського і Чорного морів	2
Дунай, Дніпро (м.Київ до Каховського гідровузла), Південний Буг, Інгул, Сіверський Донець, Міус, Кальміус	2,2
Дніпро (кордон України – до м. Києва), Прип'ять, Західний Буг, ріки басейну Вісли, Десна	2,5
Дністер, річки Криму	2,8
Тиса, Прут	3

**Додаток 18**

**Таблиця Д.18 - Вимоги до якості повторно використаних очищених виробничих вод**

Показник	Од. вимірюван	Охолоджуючі системи водопостачання	
		Прямоточні	Оборотні
Завислі речовини	мг/л	До 20	5
Солевміст	мг/л	1000	500
Ефіророзчинні	мг/л	10-25	10-20
БПК <sub>20</sub>	мг/л	5-20	5-20
Жорсткість загальна	мг-екв/л	16	2,6
Лужність загальна	мг-екв/л	10	0,4
ХПК	мг/л	75	75
<b>Вміст іонів</b>			
Al <sup>3+</sup>	мг/л	-	од
Mn <sup>2+</sup>	мг/л	-	0,5
Ca <sup>2+</sup>	мг/л	200	50
Mg <sup>2+</sup>	мг/л	-	-
Cl <sup>-</sup>	мг/л	600	500
HCO <sup>-</sup>	мг/л	600	24
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	мг/л	680	200
Fe заг	мг/л	-	0,5
pH	мг/л	6,5-8,5	6,5-8,5

**Додаток 19.****Таблиця Д.19 - Вимоги до якості повторно використаних очищених міських стічних вод**

Показник	Од. вимірювання	Значення показника
Загальний солевміст	мг/л	3000
Завислі речовини	мг/л	До 3
Жорсткість загальна	мг-екв/л	5
Хлориди	мг/л	350
Сульфати	мг/л	500
Залізо загальне	мг/л	4
Ефіророзчинні	мг/л	20
Азот загальний	мг/л	30
Фосфати	мг/л	5
Хром	мг/л	1,7
БПК повн.	мг/л	6
ХГЖ	мг/л	45
Колі-індекс	мг/л	1000
pH	мг/л	6,5-8,5

## II. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА

Згідно з програмою та робочою програмою навчальної дисципліни „Водні ресурси, їх використання та охорона” самостійна робота студента полягає у наступному:

№	Зміст	Заграти часу для денного відділення, годин	Заграти часу для заочного відділення, годин
1	Аналіз основних характеристик найбільших водних об'єктів України за існуючими класифікаціями	4	4
2	Аналіз техногенного навантаження на водні об'єкти від скиду стічних вод в регіонах, в містах України і втрат води при транспортуванні	6	6
3	Аналіз показників якості природних вод та обґрунтування вибору джерела водопостачання населених пунктів	4	4
4	Розрахунки водного балансу промислових підприємств з використанням питомих витрат води і показників екологічної безпеки водного об'єкту при скиді в нього стічних вод	6	6
5	Знайомство з нормативними документами міністерства екології та природних ресурсів, законами «Про охорону навколишнього природного середовища», постановами кабінету міністрів України з питань відшкодування за забруднення навколишнього середовища	4	3
6	Розрахунок збитків водному об'єкту при скиді в нього стічних вод	4	3
7	Робота з підручниками і посібниками з метою використання самостійної роботи (конспектування) по рекомендації викладача згідно з робочою програмою курсу	20	20
8	Розрахунково-графічна робота „Водні ресурси, їх використання та охорона у промисловому вузлі”.	30	30
	Всього	78	76

### Для виконання і захисту роботи студент повинен знати:

- вимоги законів України про охорону навколишнього середовища;
- загальну характеристику водних ресурсів України, їхній санітарно-екологічний стан і класифікацію;
- основні вимоги водоспоживачів і водокористувачів до якості води;
- джерела забруднення природних вод;
- показники якості природних вод;
- вплив забруднень на екологію поверхневих вод;

- норми витрати води на виробничі й господарсько-питні потреби;
- основні принципи комплексного і раціонального використання водних ресурсів;
- заходи щодо збереження і відновлення чистоти водойм;
- методику оцінки збитку, завданого водним об'єктам від скидання стічних вод;
- методику розрахунку техніко-економічної оцінки водоохоронних заходів;
- методику розрахунку екологічних платежів;
- методику розрахунку ГДС забруднень і необхідного ступеня очищення стічних вод;
- основні галузі промисловості;
- основні принципи формування промислових вузлів;
- особливості систем і схем водопостачання і водовідведення промислових підприємств і міст;
- основні принципи складання, розрахунку і представлення водних балансів;
- умови скидання промстоків у систему водовідведення міста;
- умови випуску стічних вод у водні об'єкти;
- вимоги ЕСКД до оформлення розрахунково-пояснювальної записки проектів і креслень.

**У результаті виконання роботи студент повинен вміти:**

- визначити можливість використання водного об'єкта як джерела водопостачання;
- визначити допустиму (екологічно безпечну) до скидання у водний об'єкт концентрацію забруднень;
- виконати розрахунок ГДС забруднень;
- прогнозувати якість води у водному об'єкті в результаті забруднення;
- оцінити можливість скидання виробничих стічних вод у систему водовідведення міста;
- визначити розрахунковим шляхом втрати води у виробництві, водному господарстві підприємства, міста;
- виконати розрахунок водогосподарського балансу;
- представити водний баланс в аналітичному, графічному і табличному виглядах;
- зробити вибір розрахункових контрольних створів на річках;
- виконати розрахунок кратності розбавлення стічних вод водами річки;
- визначити відстань до контрольного створу повного змішування стічних вод з водами річки;
- розробити заходи щодо раціонального використання води на підприємстві, промвузлі;
- виконати розрахунок річної економічної ефективності від впровадження водоохоронних заходів;
- зробити розрахунок екологічних платежів;
- визначити економічний ефект від впровадження природоохоронних заходів, що знижують збиток водному об'єкту при скиданні стічних вод.

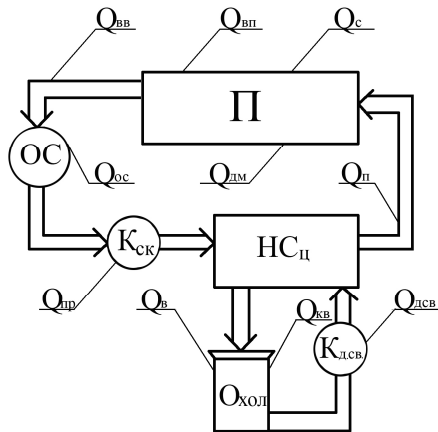
### ІІІ. ТИПОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ НА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТТЯХ

#### Завдання 1.

У наведених рівняннях водного балансу знайдіть вірну відповідь, яка відповідає схемі зворотного водопостачання підприємства, обґрунтуйте свою відповідь розрахунками:

- 1)  $Q_{дсв} + Q_c + Q_{дм} = Q_{кв} + Q_v + Q_{пр} + Q_{ос} + Q_{вв} + Q_{вп} + Q_{п}$
- 2)  $Q_{дсв} + Q_c + Q_{дм} = Q_{кв} + Q_v + Q_{пр} + Q_{ос} + Q_{вв} + Q_{п}$
- 3)  $Q_{дсв} + Q_c + Q_{дм} = Q_{кв} + Q_v + Q_{пр} + Q_{ос} + Q_{вп}$

Схема зворотного водопостачання промислового підприємства (з охолодженням і очисткою зворотної води)



Умовні позначки:

а) складових схеми:

П – підприємство промислове;  
НС<sub>ц</sub> – насосна станція циркуляційна;

ОС – очисні споруди;

Охол – охолоджувач;

К<sub>ск</sub> – камера скиду продувних вод;

К<sub>дсв</sub> – камера додавання свіжої води;

б) витрат води

$Q_v$  – випаровуванням

$Q_{кв}$  – крапельним виносом

$Q_{пр}$  – продувної

$Q_{ос}$  – з осадом

$Q_{вв}$  – відпрацьованої

$Q_{вп}$  – з виробництвом продукції

$Q_c$  – із сировиною

$Q_{дм}$  – із допоміжними матеріалами

$Q_{п}$  – на виробництво підприємства

$Q_{дсв}$  – додаткової свіжої

#### Завдання 2.

Яким рівнянням визначаються беззворотні витрати води ( $Q_{б/в}$ ) і відповідають схемі, зображеній на рисунку, обґрунтуйте свою відповідь розрахунками:

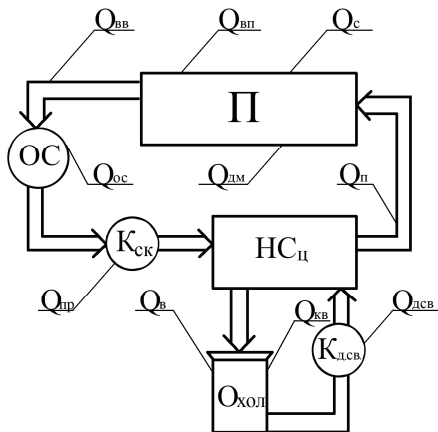
А)  $Q_{б/в} = Q_{вп} + Q_{вв} + Q_{ос} + Q_{пр} + Q_v + Q_{кв}$

Б)  $Q_{б/в} = Q_{вп} + Q_{ос} + Q_{пр} + Q_v + Q_{кв}$

В)  $Q_{б/в} = Q_{пр} + Q_v + Q_{кв}$

Г)  $Q_{б/в} = Q_{ос} + Q_{вп} + Q_{кв} + Q_c + Q_{дм}$

Схема зворотного водопостачання промислового підприємства (зохолодженням і очисткою зворотної води)



Умовні позначки:

а) складових схеми:

П – підприємство промислове;

НС<sub>Ц</sub> – насосна станція циркуляційна;

ОС – очисні споруди;

Охол – охолоджувач;

К<sub>СК</sub> – камера скиду продувних вод;

К<sub>ДСВ</sub> – камера добавки свіжої води;

б) витрат води

$Q_{\text{В}}$  – випаровуванням

$Q_{\text{КВ}}$  – крапельним виносом

$Q_{\text{Пр}}$  – продувної

$Q_{\text{ОС}}$  – з осадом

$Q_{\text{ВВ}}$  – відпрацьованої

$Q_{\text{ВП}}$  – з виробництвом продукції

$Q_{\text{С}}$  – із сировиною

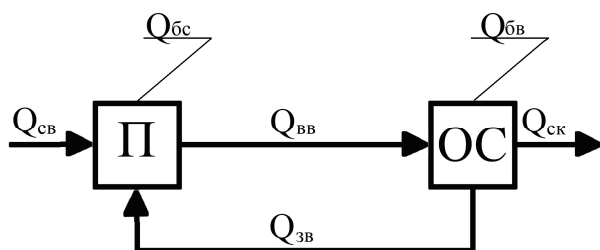
$Q_{\text{ДМ}}$  – із допоміжними матеріалами

$Q_{\text{П}}$  – на виробництво підприємства

$Q_{\text{ДСВ}}$  – додаткової свіжої

**Завдання 3.**

Складіть рівняння, за якими можна визначити загальне (повне) водоспоживання ( $Q_{\text{заг}}$ ) і витрату свіжої (додаткової) води ( $Q_{\text{св}}$ ) для покриття беззворотних витрат і споживання, використовуючи схему зворотного водопостачання, обґрунтуйте свою відповідь розрахунками:



Умовні позначки складових схеми:

П – підприємство промислове;

ОС – очисні споруди;

$Q_{\text{бс}}$  – беззворотне споживання і втрати води;

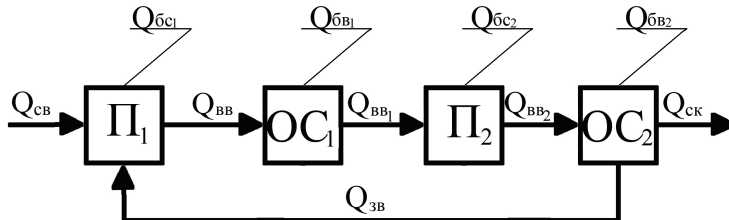
$Q_{\text{ВВ}}$  – витрати відпрацьованої води;

$Q_{\text{бв}}$  – беззворотні витрати води на очисних спорудах;

$Q_{\text{СК}}$  – скидання води для стабілізації якості зворотної води

#### Завдання 4.

Складіть рівняння, за якими можна визначити загальне (повне) водоспоживання ( $Q_{\text{заг}}$ ) і витрату свіжої (додаткової) води ( $Q_{\text{св}}$ ) для покриття витрат, використовуючи схему комбінованого водоспоживання, обґрунтуйте свою відповідь розрахунками:



Умовні позначки складових схеми:

$\Pi_1, \Pi_2$  – підприємства промислові (цехи), відповідно перше і друге;

$ОС_1, ОС_2$  – очисні споруди відповідно першого і другого підприємства;

$Q_{\text{бс}}$  – беззворотне споживання і втрати води;

$Q_{\text{вв}}$  – витрати відпрацьованої води;

$Q_{\text{бв}}$  – беззворотні витрати води на очисних спорудах;

$Q_{\text{ск}}$  – скидання води для стабілізації якості зворотної води

**Завдання 5.** На якій відстані від місця скидання СВ необхідно розмістити контрольний створ на ріці, якщо проектується водозабір господарсько-питного водопроводу на відстані 3000 м від місця скидання? Обґрунтуйте свою відповідь розрахунками.

**Завдання 6.** Які органолептичні показники природних вод погіршуються в період цвітіння синьо-зелених водоростей? Обґрунтуйте свою відповідь розрахунками.

**Завдання 7.** Чому токсичні фенольні з'єднання завжди виявляються у фонових ділянках рік? Обґрунтуйте свою відповідь розрахунками.

**Завдання 8.** Чому кратність розведення стічних вод свіжою чистою водою водотоку повинне складати не менш 7-12. Обґрунтуйте свою відповідь розрахунками.

**Завдання 9.** Доведіть яке з двох підприємств більш раціонально використовує воду і наносить менший екологічний збиток ріці? Обґрунтуйте свою відповідь розрахунками.

**ПП №1**  $K_{\text{зв}} = 0,8$      $K_{\text{св}} = 0,3$     та    **ПП №2**     $K_{\text{зв}} = 0,8$      $K_{\text{св}} = 0,8$

**Завдання 10.** Зробіть висновок формули припустимого значення БПК. Обґрунтуйте свою відповідь розрахунками.

**Завдання 11.** Доведіть при яких умовах необхідно очищати СВ до значень ПДК для забезпечення екологічної безпеки водного об'єкта. Обґрунтуйте свою відповідь розрахунками.

**Завдання 12.** Зробіть висновок формули припустимого значення температури стічних вод при скиданні їх у ріку виходячи з рівняння балансу. Обґрунтуйте свою відповідь розрахунками.

**Завдання 13.** Перелічіть найменування 5-ти підприємств стічні води яких володіють найбільшою удобрювальною цінністю? Обґрунтуйте свою відповідь розрахунками.

**Завдання 14.** Чи можна скинути в ріку промстоки, якщо фарбування зникає в стовпчику  $h = 10$  см при розведенні 1:8 при витратах стічних вод  $= 2,2 \text{ м}^3/\text{с}$  ріки  $- 10 \text{ м}^3/\text{с}$  і коефіцієнті змішання  $\gamma = 0,88$ ? Обґрунтуйте свою відповідь розрахунками.

**Завдання 15.** Визначте можливість скиду стічних вод, в яких знаходиться формальдегід з концентрацією  $0,35 \text{ мг/л}$ , у водний об'єкт господарсько-питного значення, якщо в контрольному створі є забруднення зі складом і характеристиками, наведеними в таблиці.

Склад	анілін	бензол	метанол	нікель	ціаніди	формальдегід
Концентрація речовини, мг/л	0,02	0,05	0,6	0,01	0,01	<b>X</b>
ПДК, мг/л*	0,1	0,5	3,0	0,1	0,1	<b>0,05</b>

\* - Значення ПДК речовин - забруднювачів води наведені за санітарно-токсикологічними показниками шкідливості.



**Завдання 16.** Яке з двох промпідприємств більш раціонально використовує воду з вододжерела, якщо витрата стічних вод на першому складає  $200 \text{ м}^3/\text{доб}$ , свіжої води –  $300 \text{ м}^3/\text{доб}$ , а на другому-  $500 \text{ м}^3/\text{доб}$  та  $900 \text{ м}^3/\text{доб}$  відповідно.

**Завдання 17.** Визначте, чи забезпечать екологічну безпеку водного об'єкту очисні споруди міста, якщо на очищення надходить стік, який містить фенол з мінімальною концентрацією  $5 \text{ мг/л}$ . При цьому відомо, що кратність розведення стічних вод дорівнює  $11$ , фонові концентрації речовини  $0,0002 \text{ мг/л}$ , ГДК<sub>фенолу</sub>  $0,001 \text{ мг/л}$ .

**Завдання 18.** Визначте, чи можливо використовувати для рекреаційних потреб ділянку річки, якщо відомі наступні показники в контрольному створі: кратність розведення  $5$ , витрата стічних вод  $0,6 \text{ м}^3/\text{с}$ , витрата стічних вод  $12 \text{ м}^3/\text{с}$ .

**Завдання 19.** Визначте, чи допускається скид теплих вод ( $T=35^\circ\text{C}$ ) до річки, якщо відомо, що кратність розведення становить  $5$ , температура води річки становить  $18^\circ\text{C}$ .

**Завдання 20.** Визначте, яку витрату стічних вод можливо скинути до річки першого виду водокористування при повному змішуванні стоків з водами річки та не порушити нормативні вимоги за завислими речовинами, якщо відомо, що витрата річки  $12 \text{ м}^3/\text{с}$ ; концентрація завислих речовин в стоках  $12 \text{ мг/л}$ ; концентрація завислих речовин в фоновому створі  $8 \text{ мг/л}$ .

**Завдання 21** Чи можна скинути в ріку промстоки, якщо фарбування зникає в стовпчику  $h = 20 \text{ см}$  при розведенні  $1:10$ . Витрата промстоків =  $0,6 \text{ м}^3/\text{с}$  витрата ріки –  $12 \text{ м}^3/\text{с}$ ? Надайте обґрунтовану відповідь.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища від 25.06.1991 р.
2. Лебединский Ю.П. и др. „Использование и охрана водных ресурсов”, К., 2009, 161 с.
3. Грищенко Ю.М. Комплексне використання та охорона водних ресурсів.(навчальний посібник) Рівне.2007-247 с.
4. Яцык А.В. Экологические основы рационального водопользования. Уч.пособие.-Киев., Из-во"Генеза" .2007.-640 с.
5. Яковлев С.В. и др. «Рациональное использование водных ресурсов», М., «Высшая школа», 1991, 400 с.
6. Берещук М.Я., Тихонюк-Сидорчук В.О. Методичні вказівки до виконання індивідуальних, розрахунково-графічних завдань, практичних і самостійних робіт з курсу «Раціональне використання і охорона водних ресурсів» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання спеціальності 6.092600 «Водопостачання та водовідведення»), Харків-ХНАМГ-2007.
7. Берещук М.Я., Тихонюк-Сидорчук В.О. Тест-завдання для самостійної роботи студентів з дисципліни «Раціональне використання і охорона водних ресурсів» (для студентів 3, 4 курсів денної і заочної форм навчання напряму підготовки 0926 «Водні ресурси» (6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)» спеціальності «Водопостачання та водовідведення»), Харків-ХНАМГ-2011.
8. Епоян С.М., Пашкова С.П., Савво Г.М. та ін. / Раціональне використання водних ресурсів: Навчально-методичний посібник. – Х.: ХДТУБА, 2007. – 136 с.
9. Беличенко Ю.П., Швецов О.М. «Рациональное использование и охрана водных ресурсов», Россельхозиздат, 2005, 300 с.
10. Яковлев С.В. и др. «Водоотводящие системы промышленных предприятий», М., Стройиздат, 1990, 510 с.
11. Алферева Л.А., Нечаев А.П. «Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий, комплексов и районов», М., Стройиздат, 1984, 200 с.
12. ДСанПіН 383/1940 Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання // Збірник важливих офіційних документів з санітарних і протиепідемічних питань. [Наказ МОЗ №383 від 23.12.96. Зареєстровано в міністерствіюстиції України 15 квітня 1997р. за №136/1940].– К., 2010.
13. Правила пользования системами коммунального водоснабжения и водоотведения в городах и поселках Украины, Харьков, 2010.
14. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями, Мінекобезпеки, Київ, 2010 р.
15. Методичні вказівки для виконання лабораторних і практичних занять з курсу "Раціональне використання та охорона водних ресурсів" студентами спеціальності 6.070801 денної та заочної форм навчання (Завдання № 1 "Оцінка запасів поверхневих вод в басейні малої річки") / Волкова Л.А., Грищенко Ю.М., Карпюк А.А., Карпюк Т.А. - Рівне: УДУВГП, 2004 р.

# НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки  
до виконання індивідуальних  
розрахунково-графічних завдань, практичних і самостійних робіт  
з дисципліни

## **„ВОДНІ РЕСУРСИ, ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА”**

(для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання напрямів підготовки  
6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)», та слухачів другої вищої освіти  
спеціальності 7.092601, 7.06010108 «Водопостачання та водовідведення»)

Укладач **ТИХОНЮК-СИДОРЧУК** Вікторія Олегівна

Відповідальний за випуск *К. Б. Сорокіна*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *В. О. Тихонюк-Сидорчук*

План 2012, поз. 118 М

---

Підп. до друку 31.01.2012

Формат 60x84 /16

Друк на ризографі.

Ум. друк. арк. 2,7

Тираж 100 пр.

Зам. №

Видавець і виготовлювач:  
Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rektorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rektorat@ksame.kharkov.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 4064 від 12.05.2011 р.