

Міністерство освіти і науки України  
Запорізький національний університет

**АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМ  
ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

**Методичні вказівки до виконання самостійної роботи**

*для студентів заочної форми навчання  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»*

Запоріжжя  
2019

Міністерство освіти і науки України  
Запорізький національний університет

## **АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

**Методичні вказівки до виконання контрольної роботи**

*для студентів заочної форми навчання  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»*

Рекомендовано до видання  
на засіданні кафедри ВВ,  
протокол № 3 від 24.09.2019 р.

Запоріжжя  
2019

Аналіз ефективності роботи систем водопостачання та водовідведення.  
Методичні вказівки до виконання контрольної роботи для студентів заочної  
форми навчання спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» /  
Укл.: Запоріжжя. Видавництво ЗДІА, 2019. 13 с.

Укладач:

Відповідальний за випуск –

завідувач кафедри міського будівництва та господарства

А.В. Банах

# ЗМІСТ

	стор.
Вступ.....	4
1 Ціль і тематика контрольної роботи.....	5
2 Склад контрольної роботи.....	5
3 Питання для підготовки до заліку .....	6
Список літератури .....	7
Додатки .....	8

## ВСТУП

При вивченні курсу “Аналіз ефективності роботи систем водопостачання та водовідведення” студенти виконують одну самостійну роботу. Робота виконується на основі індивідуального завдання, зміст якого студент визначає самостійно на основі номера залікової книжки згідно з додатком А.

Робота виконується на окремих аркушах, які повинні бути зброшуровані, або в зошиті. Кожна сторінка повинна мати поля і номер згідно з ДСТУ 3008-95. Титульний лист оформляється згідно з вимогами деканату, список використаної літератури - згідно з діючим стандартом.

Теоретична частина роботи повинна бути конкретною, грамотною, викладеною технічною мовою. Переписування підручника чи посібника не допускається.

Контрольна робота може бути подана на протязі напівсеместру, але обов’язково повинна бути захищена до здачі заліку.

## 1 Ціль і тема контрольної роботи

*Ціль контрольної роботи* - освоєння задач і методів аналізу ефективності роботи систем водопостачання та водовідведення, які виникають у зв'язку з нестабільністю на протязі періоду експлуатації окремих гідравлічних характеристик елементів систем.

*Тема контрольної роботи* включає одне з питань, які передбачено учбовим планом (додаток Б).

## 2 Склад контрольної роботи

Контрольна робота включає такі розділи:

- теоретичне питання;
- рішення однієї задачі згідно з завданням;
- список використаної літератури.

Конкретний зміст контрольної роботи студент визначає самостійно згідно з переліком питань, приведених в додатку Б, і задач, приведених в додатку В. Варіант контрольної роботи вибирається студентом по двох останніх цифрах його залікової книжки згідно з додатком А.

Перед відповіддю на теоретичне питання роботи необхідно ознайомитися з рекомендованою літературою, яка вказана в квадратних дужках в кінці кожного питання додатку Б.

Відповідь на теоретичне питання повинна починатися з заголовку і повинна бути конкретною з необхідними схемами, рисунками і посиланнями на використану літературу. Зміст питання необхідно викладати своїми словами після вивчення необхідного матеріалу.

Задача повинна включати умову з чисельними вихідними даними, пояснюючі схеми (при необхідності), хід рішення з необхідними формулами і підстановкою чисельних даних, висновок за результатами розрахунків.

В кінці контрольної роботи приводиться список використаної літератури, оформлений згідно з діючими стандартами.

### 3 Питання для підготовки до заліку

1. Суть задачі про розрахунок гідравлічного комплексу споруд систем водопостачання [1, 3].
2. Гідравлічні характеристики елементів систем подачі та розподілу води [1, 3].
3. Найпростіші комбінації гідравлічних характеристик в комплексах і їх використання для аналізу роботи комплексів [1, 3].
4. Задачі перевірочних розрахунків водопровідних мереж [1, 3].
5. Перевірочний розрахунок розгалужених безбаштових мереж з одним джерелом живлення [1, 3].
6. Перевірочний розрахунок розгалужених безбаштових мереж з кількома джерелами живлення [1, 3].
7. Загальний аналіз найпростішої системи водопостачання [1, 3].
8. Перевірочний розрахунок розгалуженої системи з однією насосною станцією і однією водонапірною баштою [1, 3].
9. Принципи розрахунку розгалужених систем з кількома насосними станціями і кількома напірно-регулюючими ємностями [1, 3].
10. Перевірочні розрахунки водоподаючих систем, які мають замкнуті контури [1, 3].
11. Гідравлічні характеристики елементів систем водовідведення [1, 3].
12. Перевірочні розрахунки напірних елементів систем водовідведення [1, 3].
13. Перевірочні розрахунки безнапірних елементів систем водовідведення [1, 3].
14. ПЕОМ як засіб механізації інженерної праці [2].
15. Особливості алгоритмів розрахунків елементів систем водопостачання [2].

## Список літератури

1. Абрамов Н.Н. Теория и методика расчета систем подачи и распределения воды. – М.: Изд. лит. по стр-ву, 1972.
2. Українець Н.А. Расчет и проектирование водопроводных сетей с использованием ЭВМ. – К.: УМК ВО, 1988.
3. Аналіз ефективності роботи систем водопостачання та водовідведення. (Конспект лекцій) / Укладач Українець М.О. – Запоріжжя: ЗДІА, 2001.
4. Аналіз ефективності роботи систем водопостачання та водовідведення. Методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи для студентів спеціальності «Водопостачання та водовідведення» / Укладач Українець М.О. – Запоріжжя: ЗДІА, 2003.



**Вибір варіанту контрольної роботи**

ПЕРЕДОСТАННЯ ЦИФРА НОМЕРА ЗАЛІКОВОЇ КНИЖКИ	ОСТАННЯ ЦИФРА НОМЕРА ЗАЛІКОВОЇ КНИЖКИ									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1/13	2/12	3/11	4/10	5/9	6/8	7/7	8/6	9/5	10/4
1	11/3	12/2	13/1	14/1	15/2	1/3	2/4	3/5	4/6	5/7
2	6/8	7/9	8/10	9/11	10/12	11/13	12/1	13/2	14/3	15/4
3	1/5	2/6	3/7	4/8	5/9	6/10	7/11	8/12	9/13	10/1
4	11/2	12/3	13/4	14/5	15/6	1/7	2/8	3/9	4/10	5/11
5	6/12	7/13	8/2	9/2	10/8	11/4	12/10	13/7	14/12	15/13
6	1/4	2/5	3/6	4/3	5/3	6/6	7/9	8/4	9/9	10/12
7	11/6	12/4	13/2	14/9	15/5	1/8	2/13	3/3	4/1	5/2
8	6/7	7/10	8/8	9/6	10/10	11/9	12/12	13/13	14/2	15/1
9	1/9	2/11	3/13	4/4	5/11	6/5	7/5	8/1	9/4	10/9

**Примітка:** Цифри в чисельнику відповідають номеру теоретичного питання,  
а в знаменнику – номеру задачі

Питання для контрольної роботи і для підготовки до заліку

1. Суть задачі про розрахунок гідравлічного комплексу споруд систем водопостачання [1, 3].
2. Гідравлічні характеристики елементів систем подачі та розподілу води [1,3,4].
3. Найпростіші комбінації гідравлічних характеристик в комплексах і їх використання для аналізу роботи комплексів [1, 3, 4].
4. Задачі перевірочних розрахунків водопровідних мереж [1, 3, 4].
5. Перевірочний розрахунок розгалужених безбаштових мереж з одним джерелом живлення [1, 3, 4].
6. Перевірочний розрахунок розгалужених безбаштових мереж з кількома джерелами живлення [1, 3, 4].
7. Загальний аналіз найпростішої системи водопостачання [1, 3, 4].
8. Перевірочний розрахунок розгалуженої системи з однією насосною станцією і однією водонапірною баштою [1, 3, 4].
9. Принципи розрахунку розгалужених систем з кількома насосними станціями і кількома напірно-регулюючими ємностями [1, 3, 4].
- 10.Перевірочні розрахунки водоподаючих систем, які мають замкнуті контури [1, 3, 4].
- 11.Гідравлічні характеристики елементів систем водовідведення [1,3,4].
- 12.Перевірочні розрахунки напірних елементів систем водовідведення [1, 3, 4].
- 13.Перевірочні розрахунки безнапірних елементів систем водовідведення [1, 3, 4].
- 14.ПЕОМ як засіб механізації інженерної праці [2].
- 15.Особливості алгоритмів розрахунків елементів систем водопостачання [2].

## Задачі до контрольної роботи

**Задача № 1.** Напірно-витратна характеристика насосу визначається слідуючими даними:

Напір, $H_i$ , м	$H_1$	$H_2$	$H_3$
Витрата $Q_i$ , $m^3/c$	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$

Описати характеристику аналітично тричленом при чисельних величинах  $H$  і  $Q$ , які приведені в додатку Г.

**Задача № 2.** За даними попередньої задачі описати характеристику аналітично двохчленом. Чисельні значення прийняти по таблиці додатку Г.

**Задача № 3.** За даними задачі №1 описати характеристику двохчленом при  $n$  однотипних насосах, які працюють паралельно. Чисельні значення прийняти по додатку Г.

**Задача № 4.** За даними задачі № 1 описати характеристику двохчленом при  $n$  однотипних насосах, які працюють послідовно. Чисельні значення прийняти по додатку Г.

**Задача № 5.** Написати рівняння напірно-витратної характеристики поршневого насосу з початковим напором  $H_1$ , якщо його двигун замінено на двигун з потужністю вдвічі більшою. Чисельні значення прийняти по додатку Г.

**Задача № 6.** Визначити, який теоретично можливий максимальний напір в точках місцевості з позначками  $Z_1$ ,  $Z_2$  і  $Z_3$ , якщо мережа отримує воду з напірного резервуару глибиною  $H_4$ , що знаходиться на позначці  $Z_4$ . Втрати напору в мережі незначні. Чисельні значення прийняти по додатку Г.

**Задача № 7.** Виходячи з характеристики пневматичної установки змінного тиску з об'ємом повітря  $W_1$  і тиску  $P_1$ , визначити напір в мережі, якщо об'єм повітря зросте до величини  $W_2$ . Чисельні значення прийняти по додатку Г.

**Задача № 8.** Визначити еквівалентний гідравлічний опір розгалуженої ділянки мережі з чавунних труб, яка включає такі послідовно з'єднані ділянки:  $d_1$  довжиною  $l_1$ ,  $d_2$  довжиною  $l_2$  і  $d_3$  довжиною  $l_3$  з витратами відповідно  $q_1$ ,  $q_2$ ,  $q_3$ . Чисельні значення прийняти по додатку Г.

**Задача № 9.** Визначити, в яких межах буде змінюватися подача насосу, який забирає воду з резервуару глибиною  $H_4$  і подає її в резервуар такої ж глибини, якщо вісь насосу знаходиться на рівні максимальної позначки води в нижньому резервуарі, а відстань від вісі насосу до низу верхнього резервуару  $H_5$ . Напірно-витратна характеристика насосу описується залежністю:

$$H = 84,5 - 0,001Q^2$$

а опір всмоктувальних ліній  $S_{вс} = 10^{-4}$ , напірних ліній –  $S_n = 4 \times 10^{-4}$  (для витрат в л/с). Чисельні значення прийняти по додатку Г.

**Задача № 10.** Визначити, при якій максимальній витраті буде спостерігатися перетік з гірського резервуару № 1 в резервуар № 2, який знаходиться нижче. Відстань між розрахунковими рівнями води в резервуарах  $H_6$ . Між двома резервуарами є одна точка відбору води. Опір водоводу від гірського резервуару №1 до точки відбору  $S_1$  (для витрати в  $m^3/c$ ), а від гірського резервуару № 2 –  $S_2$ . Чисельні значення прийняти по додатку Г.

**Задача № 11.** Визначити, яка максимальна витрата може бути подана в населений пункт, який розташований в долині на  $H_7$  метрів нижче розрахункового рівня води в нижньому гірському резервуарі, якщо вода в систему надходить від двох різновисоких гірських резервуарів. Відстань між розрахунковими рівнями води в резервуарах дорівнює  $H_8$ . Опір системи подачі води від більш високого гірського резервуару до точки відбору  $S_3$ , а від нижнього резервуару до точки відбору  $S_4$  (для витрат в  $m^3/c$ ). Допустимий мінімальний напір в точці відбору 18 м. Чисельні значення величин прийняти по додатку Г.

**Задача № 12.** Розрахувати і побудувати графік сумісної роботи двох резервуарів на загальну мережу для умов задачі № 11. Визначити межі характерних режимів.

**Задача № 13.** Визначити, як зміниться повний напір пневматичної установки, яка забезпечує підймання стоків на висоту  $H_9$ , якщо витрата зросте у 1,5 рази. Втрати напору в напірній лінії 0,33 м. Величина  $H_9$  приведена в додатку Г.

**Вихідні дані для розв'язування задач**

ПОКАЗНИК	ОСТАННЯ ЦИФРА НОМЕРА ЗАЛІКОВОЇ КНИЖКИ									
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>H<sub>1</sub>, м</b>	72	70	59	64	69	62	70	70	74	76
<b>H<sub>2</sub>, м</b>	67	65	52	57	64	55	64	65	67	73
<b>H<sub>3</sub>, м</b>	57	57	41	46	54	44	53	59	61	70
<b>Q<sub>1</sub>, л/с</b>	110	125	110	110	110	110	120	115	90	80
<b>Q<sub>2</sub>, л/с</b>	133	139	133	133	133	133	145	140	130	100
<b>Q<sub>3</sub>, л/с</b>	167	167	167	167	167	167	170	160	150	120
<b>n</b>	2	3	2	4	3	2	3	4	2	3
<b>Z<sub>1</sub>, м</b>	95	105	100	80	85	87	70	75	77	90
<b>Z<sub>2</sub>, м</b>	72	82	77	67	72	74	57	62	64	67
<b>Z<sub>3</sub>, м</b>	88	98	93	73	78	80	63	68	70	83
<b>H<sub>4</sub>, м</b>	4	4,5	5	4	5,5	4,5	6,0	5,0	4,0	6,5
<b>Z<sub>4</sub>, м</b>	12	130	125	110	115	118	100	105	108	109
<b>W<sub>1</sub>, м<sup>3</sup></b>	2	3	2,5	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8
<b>P<sub>1</sub>, МПа</b>	0,3	0,35	0,37	0,31	0,32	0,33	0,34	0,36	0,38	0,4
<b>W<sub>2</sub>, м<sup>3</sup></b>	2,5	3,5	3,0	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,4
<b>I<sub>1</sub>, м</b>	300	350	400	320	340	360	380	420	440	460
<b>I<sub>2</sub>, м</b>	400	500	450	420	440	460	480	520	540	560
<b>I<sub>3</sub>, м</b>	300	400	400	320	340	360	380	420	440	460
<b>d<sub>1</sub>, мм</b>	100	100	125	100	125	100	125	100	125	100
<b>d<sub>2</sub>, мм</b>	125	125	150	150	125	150	150	125	150	150
<b>d<sub>3</sub>, мм</b>	150	150	150	200	200	150	150	200	200	200

## Продовження таблиці додатку Г

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>q<sub>1</sub></b> , л/с	4	5	4	4	6	5	6	4	6	4
<b>q<sub>2</sub></b> , л/с	6	7	8	9	7	9	10	6	7	9
<b>q<sub>3</sub></b> , л/с	10	10	9	10	9	11	11	12	12	12
<b>H<sub>5</sub></b> , м	50	40	49	40	41	42	43	44	45	46
<b>H<sub>6</sub></b> , м	20	17	19	18	21	22	16	15	23	24
<b>S<sub>1</sub></b>	27	25	26	20	21	26	24	23	27	28
<b>S<sub>2</sub></b>	29	30	28	25	27	23	27	29	30	31
<b>H<sub>7</sub></b> , м	22	28	21	23	24	26	28	25	27	29
<b>H<sub>8</sub></b> , м	15	17	14	16	17	18	20	19	21	23
<b>S<sub>3</sub></b>	20	19	21	18	22	24	23	17	19	20
<b>S<sub>4</sub></b>	25	23	24	22	20	21	19	18	20	21
<b>H<sub>9</sub></b> , м	10	9	8	7	8	9	7	8	9	10

**Примітка:** В таблиці опори трубопроводів приведені для витрат в м<sup>3</sup>/с

Підписано до друку \_\_\_\_\_  
Формат 60×84 1/32. Папір офсетний.  
Умовн. друк. арк. \_\_\_\_ . Наклад \_\_\_\_ прим.  
Замовлення № \_\_\_\_

Віддруковано друкарнею  
Запорізької державної інженерної академії  
з оригінал-макету авторів

69006, м. Запоріжжя, пр. Леніна, 226, РВВ  
ЗДІА  
Тел.: 2238-240