

Міністерство освіти і науки України  
Запорізький національний університет

## **СУЧАСНІ ВОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

**Методичні вказівки до виконання самостійної роботи**

*для студентів  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
освітньо-професійна програма «Водопостачання та  
водовідведення»*

Запоріжжя  
2019

Міністерство освіти і науки України  
Запорізький національний університет

## **СУЧАСНІ ВОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

**Методичні вказівки до виконання самостійної роботи**

*для студентів  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
освітньо-професійна програма «Водопостачання та  
водовідведення»*

Рекомендовано до видання  
на засіданні кафедри ВВ,  
протокол № 13 від 24.05.2019 р.

Запоріжжя  
2019

Сучасні водні технології. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійна програма «Водопостачання та водовідведення» / Укл.: О.Г. Добровольська. Запоріжжя. Видавництво ЗНУ, 2019. 12 с.

Укладач:

О.Г, Добровольська – канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск –  
завідувач міського будівництва та господарства  
доц. Банах А.В.

# ЗМІСТ

	стор.
Вступ.....	4
1 Ціль і тема самостійної роботи.....	5
2 Склад самостійної роботи .....	5
3 Методичні вказівки до виконання роботи.....	5
Список рекомендованої літератури.....	6
Додатки .....	7

## ВСТУП

При вивченні курсу “Сучасні водні технології” студенти в 1-му семестрі виконують одну самостійну роботу. Вона 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 посібника чи підручника не допускається.

Самостійна робота може бути подана на протязі семестру, але до здачі заліку вона повинна бути обов’язково захищена.

## **1 Ціль і тема самостійної роботи**

*Ціль самостійної роботи* - освоєння задач вдосконалення і методів їх розв'язування, що дозволяє спеціалісту оперативно враховувати динаміку розвитку населених міст і промислових підприємств.

*Тема самостійної роботи* присвячена одному з питань, які передбачаються учбовим планом (додаток Б).

## **2 Склад самостійної роботи**

Самостійна робота включає такі розділи:

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

## **3 Методичні вказівки до виконання роботи**

Конкретний зміст самостійної роботи студент визначає самостійно згідно з переліком питань, які приведені в додатку Б, і задач в додатках Б і 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 самостійної роботи приводиться список використаної літератури, оформлений згідно з діючими стандартами.

### Список рекомендованої літератури

1. Хоружий П.Д, Шарков М.В. Реконструкция систем водоснабжения. Расчет и проектирование. - К.: Будівельник, 1983.
2. Орлов В.О., Шевчук Б.И. Интенсификация работы водоочистных сооружений. - К.: Будівельник, 1989.
3. Поляков С.И. Повышение эффективности водоснабжения химических и нефтехимических предприятий. - М.: Химия, 1983.
4. Реконструкція систем водопостачання. (Конспект лекцій)/ Укладач Українець М.О. - Запоріжжя: ЗДІА, 2001.
5. Українець М.О., Сокольник В.І. Вдосконалення систем водопостачання. – Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2005 – 98 с.

**Вибір варіанту самостійної роботи**

ПЕРЕДОСТАВЛЕННЯ ЦИФРА НОМЕРА ЗАЛІКОВОЇ КНИЖКИ	ОСТАННЯ ЦИФРА НОМЕРА ЗАЛІКОВОЇ КНИЖКИ									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1/1	2/2	3/3	4/4	5/5	6/6	7/7	8/8	9/1	10/2
1	11/3	12/4	1/5	2/6	3/7	4/8	5/1	6/2	7/3	8/4
2	9/5	10/6	11/7	12/8	1/8	2/7	3/6	4/5	5/4	6/3
3	7/2	8/1	9/8	10/7	11/6	12/5	1/4	2/3	3/2	4/1
4	5/3	6/4	7/5	8/6	9/7	10/8	11/2	12/1	1/5	2/6
5	3/7	4/8	5/4	6/3	7/2	8/1	9/2	10/3	11/4	12/5
6	1/6	2/7	3/8	4/1	5/2	6/3	7/4	8/5	9/6	10/7
7	11/8	12/3	1/5	2/7	3/8	4/6	5/2	6/1	7/4	8/3
8	9/4	10/1	11/2	12/3	1/6	2/8	3/7	4/1	5/2	6/3
9	7/4	8/5	9/6	10/7	11/8	12/8	1/7	2/6	3/5	4/2

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



### Питання для самостійної роботи і для підготовки до заліку

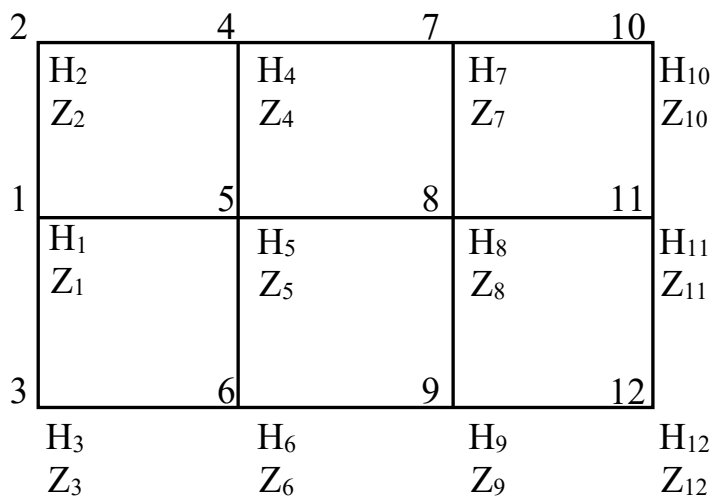
1. Загальні задачі реконструкції систем водопостачання і шляхи їх розв'язування [1, 3, 4].
2. Основні задачі реконструкції водозаборів із підземних джерел і шляхи їх розв'язування [1, 4].
3. Підвищення продуктивності діючих водозабірних свердловин [1, 4, 5].
4. Особливості реконструкції сифонних водозаборів [1, 4, 5].
5. Основні задачі реконструкції водозаборів із поверхневих джерел і аналіз екстремальних режимів роботи їх окремих елементів [1, 4, 5].
6. Задачі реконструкції насосних станцій систем водопостачання і шляхи їх розв'язування [1, 4, 5].
7. Аналіз роботи насосних станцій і їх оптимізація [1, 4, 5].
8. Задачі реконструкції водопровідних мереж і визначення їх фактичних характеристик [1, 4, 5].
9. Перерозподіл основних потоків води в мережі і її підсилення [1, 4, 5].
10. Оптимізація роботи водопровідної мережі [1, 4, 5].
11. Основні задачі і методи реконструкції водопровідних очисних споруд [2, 3, 4, 5].
12. Методи інтенсифікації роботи очисних споруд [2, 3, 4, 5].

### Задачі до самостійної роботи

**Задача № 1.** При розробці проекту системи водопостачання було розглянуто три варіанта з такими економічними показниками: I варіант: капітальні витрати  $K_1$ , експлуатаційні витрати  $E_1$ , II варіант -  $K_2$  і  $E_2$ , III варіант -  $K_3$  і  $E_3$ . Визначити, який з трьох варіантів являється самим оптимальним і визначити можливі річні економічні ефекти. Чисельні величини приведені в додатку В.

**Задача № 2.** Для розробки генерального плану розвитку міста і його інженерного забезпечення необхідно визначити можливе збільшення добових і погодинних витрат води в системі водопостачання та намітити міроприємства по збільшенню її пропускної можливості. В існуючому місті проживає  $N_1$  тис. чоловік, які в середньому споживають  $Q_1$  м<sup>3</sup>/добу води. На виробничі потреби питної води витрачається  $Q_2$  м<sup>3</sup>/добу при рівномірному розборі. По перспективному плану розвитку кількість населення в місті збільшиться на  $N_2$  тис. чоловік, а потужність промислових підприємств зросте у 2 рази. Жилий сектор нових районів повинен мати повний благоустрій з центральним гарячим водоспоживанням. Виробничі потужності між старими і новими районами розподіляються орієнтовно пропорційно кількості мешканців в них. Витрати на поливку не враховувати. Чисельні величини приведені в додатку В.

**Задача № 3.** В місті спостерігається нестача води в окремих районах. Для встановлення причин цього була виконана п'езометрична зйомка, результати якої приведені на рис. 1. Визначити райони, в яких недостатні



напори, якщо вся територія забудована будинками в  $n$  поверхів. Встановити кількість водоживлювачів, які забезпечують мережу водою, а також визначити, на скільки необхідно збільшити їх напір, щоб виключити перебої в подачі води. Чисельні величини приведені в додатку В.

Рисунок 1 - Схема мережі

**Задача № 4.** Визначити діаметр підсилюючого водоводу такої довжини, як і існуючий, для збільшення подачі води у  $\Phi$  разів, якщо довжина існуючого водоводу  $l_1$ , км, а питомий опір **0,8466** для витрат у м<sup>3</sup>/с. По водоводу подається витрата  $Q_3$  л/с, за допомогою насосу з характеристикою  $H=84,5 - 0,001Q^2$ . Чисельні величини приведені в додатку В.

**Задача № 5.** Визначити довжину підсилюючого водоводу з питомим опором  $S_{0y}$ , якщо довжина існуючого водоводу  $l_1$ , км, а його питомий опір **0,8466**. Подача по водоводах після підсилення  $Q_4$ , а допустимі при цьому втрати напору  $h$ . Чисельні величини приведені в додатку В.

**Задача № 6.** Визначити найменшу довжину підсилюючого водоводу, який підключається до одного з двох паралельних водоводів з однаковим діаметром, з питомим опором **0,8466**, довжиною  $l_1$  км кожний і подачею по ним загальної витрати  $Q_5$ . Збільшення подачі повинно скласти  $\Phi$  разів, підсилюючий водовід такого ж діаметру, як і існуючі. Подача забезпечується насосом з характеристикою:  $H=84,5 - 0,001Q^2$ . Чисельні величини приведені в додатку В.

**Задача № 7.** Визначити довжину підсилюючого водоводу для умов задачі №6, якщо він з'єднується з обома існуючими водоводами. Чисельні величини приведені в додатку В.

**Задача № 8.** Визначити діаметр підсилюючого водоводу, який дозволяв би збільшити подачу води в вузол підключення існуючих водоводів в  $\Phi$  разів. Існуючі водоводи забезпечують подачу  $Q_5$  л/с води і мають питомі опори  $S_{01}=S_{02}=2,147$  (для витрати в  $m^3/c$ ) при довжинах  $l_2$  і  $l_3$  км. Можлива довжина підсилюючого водоводу  $l_4$  км. Вода подається в водоводи насосами з характеристикою:

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

Чисельні величини приведені в додатку В.

**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>K<sub>1</sub></b>	4800	4700	4600	4500	4400	4300	4200	4100	4000	3900
<b>K<sub>2</sub></b>	2980	2880	2780	2680	2580	2480	2380	2280	2180	2080
<b>K<sub>3</sub></b>	3700	3600	3500	3400	3300	3200	3100	3000	2900	2800
<b>E<sub>1</sub></b>	457	400	351	320	253	305	356	415	449	499
<b>E<sub>2</sub></b>	606	550	450	401	352	403	452	553	507	546
<b>E<sub>3</sub></b>	570	501	410	352	303	349	408	507	554	609
<b>N<sub>1</sub></b>	100	150	200	125	175	225	250	300	150	275
<b>Q<sub>1</sub></b>	30	45	50	35	40	55	60	65	35	60
<b>Q<sub>2</sub></b>	10	15	20	12,5	17,5	2,5	25	30	15	27,5
<b>N<sub>2</sub></b>	75	100	100	50	80	100	100	150	100	120
<b>n</b>	5	6	7	8	9	5	6	7	8	9
<b>Z<sub>1</sub></b>	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
<b>Z<sub>2</sub></b>	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
<b>Z<sub>3</sub></b>	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
<b>Z<sub>4</sub></b>	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
<b>Z<sub>5</sub></b>	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
<b>Z<sub>6</sub></b>	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
<b>Z<sub>7</sub></b>	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
<b>Z<sub>8</sub></b>	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
<b>Z<sub>9</sub></b>	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
<b>Z<sub>10</sub></b>	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
<b>Z<sub>11</sub></b>	32	33	34	35	36	37	38	38	40	41
<b>Z<sub>12</sub></b>	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

## Продовження таблиці додатку В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>H<sub>1</sub></b>	40	34	39	48	54	41	40	47	49	53
<b>H<sub>2</sub></b>	36	30	40	41	50	37	41	40	42	49
<b>H<sub>3</sub></b>	29	27	31	40	47	30	32	39	41	46
<b>H<sub>4</sub></b>	27	22	32	36	42	28	33	35	37	41
<b>H<sub>5</sub></b>	20	20	28	34	40	21	29	33	35	39
<b>H<sub>6</sub></b>	22	24	30	39	44	23	31	37	40	43
<b>H<sub>7</sub></b>	24	27	25	31	38	25	26	28	32	37
<b>H<sub>8</sub></b>	25,5	26	31	37	46	27	32	36	38	45
<b>H<sub>9</sub></b>	20	23	24	28	30	21	25	27	29	29
<b>H<sub>10</sub></b>	30	21	26	30	41	31	27	29	31	40
<b>H<sub>11</sub></b>	20	22	28	32	26	21	29	31	33	25
<b>H<sub>12</sub></b>	24	26	30	34	28	25	31	33	35	27
<b>φ<sub>1</sub></b>	1,3	1,3	1,32	1,2	1,31	1,35	1,25	1,28	1,26	1,27
<b>l<sub>1</sub></b>	4	5	6	4,5	5,5	6,5	4,2	4,4	5,3	5,6
<b>Q<sub>3</sub></b>	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
<b>S<sub>oy</sub></b>	0,1859	0,2191	0,2062	0,1521	0,1859	0,1859	0,1521	0,1521	0,1089	0,1187
<b>Q<sub>4</sub></b>	102	100	105	110	107	106	111	112	113	114
<b>h</b>	5,5	5,4	5,3	5,2	5,1	5,0	4,9	4,8	4,7	4,6
<b>Q<sub>5</sub></b>	120	130	125	110	131	140	128	133	126	128
<b>l<sub>2</sub></b>	2,9	2,1	2,0	2,0	1,9	2,1	2,2	1,9	2,5	2,6
<b>l<sub>3</sub></b>	1,6	1,7	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,5	1,8	1,9
<b>l<sub>4</sub></b>	1,9	2,0	1,7	1,8	1,6	1,9	2,0	1,8	2,2	2,3

**Примітка:**

Вихідні дані приведені в таких одиницях: капітальні **K<sub>i</sub>** та експлуатаційні **E<sub>i</sub>** витрати в тис. грн.; кількість мешканців **N<sub>1</sub>** і **N<sub>2</sub>** в тис. чол.; витрати води **Q<sub>1</sub>** і **Q<sub>2</sub>** в тис. м<sup>3</sup>/добу; витрати **Q<sub>3</sub>**, **Q<sub>4</sub>** і **Q<sub>5</sub>** в л/с; кількість поверхів **n** в шт.; позначки поверхні землі **Z<sub>i</sub>** в м; вільні напори **H<sub>i</sub>** в м; коефіцієнт збільшення витрат в разях; довжини ділянок **l<sub>i</sub>** в км; питомий опір трубопроводу **S<sub>oy</sub>** для витрат в м<sup>3</sup>/с; втрати напору **h** в м.

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, ЗНУ  
Тел.: 2238-240