

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ
КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інженерного навчально-наукового
інституту ім. Ю. М. Потебні ЗНУ

Наталія Метеленко
(прізвище, ім'я)

**АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ
ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
циклу вільного вибору магістрів у межах спеціальності
очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр, назва спеціальності)

спеціалізації / предметної спеціальності _____

(шифр і назва)

освітньо-професійна програма Водопостачання та водовідведення

(назва)

Укладач / Укладачі: О.Г.Добровольська, кандидат технічних наук, доцент, доцент
кафедри міського будівництва і архітектури

(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри міського будівництва
і архітектури

Протокол № 1 від « 29 » серпня 2023 р.
Завідувач кафедри

А.В.Банах

Ухвалено науково-методичною радою
Інженерного навчально-наукового
інституту
ім.Ю.М. Потебні
Протокол № 1 від « 30 » серпня 2023 р.
Голова науково-методичної ради

Т.А. Шарاپова

Гарант ОПП «Водопостачання та
водовідведення»

О.Г.Добровольська
ОПП «Міське будівництво та
господарство»

А.В. Банах

ОПП «Промислове та цивільне
будівництво»

Н.О. Данкевич

ОПП «Містобудування та об'ємно-
прсторова архітектура» В.О. Савін

Погоджено:

Відповідальний за секцію «Технічні
науки»

О.Г.Добровольська

2023 рік

1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
Галузь знань <u>19 Архітектура і будівництво</u>	Кількість кредитів – 5	Вибіркова	
		Цикл дисциплін вільного вибору студента в межах спеціальності	
Спеціальність <u>192 Будівництво та цивільна інженерія</u>	Загальна кількість годин – 150	Семестр:	
Спеціалізація / Предметна спеціальність (для спеціальностей 014, 016, 035, 227) <hr/> <i>(шифр і назва)</i>		3 -й	3 -й
Освітньо-професійна програма <u>Водопостачання та водовідведення</u> <i>(назва)</i>	*Змістових модулів – 8	Лекції	
		22 год.	год.
Рівень вищої освіти: магістерський	Кількість поточних контрольних заходів – 12	Практичні	
		12 год.	год.
		Лабораторні	
		10	
		Самостійна робота	
		106 год.	год.
Вид підсумкового семестрового контролю: <u>залік</u>			

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Аналіз ефективності роботи систем водопостачання та водовідведення» є засвоєння студентами знань з особливостей аналізу функціонування елементів систем водопостачання та водовідведення як на єдиних гідравлічних комплексів, опанування студентами здатності застосовувати отримані знання для аналізу роботи окремих водопровідних та очисних споруд, мереж транспортування води, набуття навичок розробляти технологічні процеси та заходи для підвищення надійності, ефективності роботи елементів гідравлічних комплексів водопостачання та водовідведення..

Основні завдання вивчення дисципліни «Аналіз ефективності роботи систем водопостачання та водовідведення»:

- навчитись критично осмислювати та аналізувати технологічні процеси в системах водопостачання та водовідведення для розробки заходів з підвищення ефективності їх роботи;
- опанувати здатність застосовувати методи аналітичного та графічного визначення

- характеристик елементів гідравлічних комплексів для забезпечення надійності їх роботи;
- набути навички виявляти інженерні об'єкти для реконструкції та оптимізації за результатами аналізу ефективності роботи елементів в системах водопостачання та водовідведення;
 - навчитись застосовувати методику перевіркових розрахунків елементів систем водопостачання та водовідведення для налагодження режимів їх роботи;
 - опанувати здатність впроваджувати результати науково-дослідної діяльності для оптимізації роботи елементів систем водопостачання та водовідведення, враховуючи результати аналізу їх роботи.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
<p><i>Загальні компетентності:</i> ЗК02. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p>	<p>Методи: Наочні методи (схеми, графіки, діаграми). Пояснювально-ілюстративні методи (лекція, пояснення в ході демонстрації матеріалу, робота з навчально-методичною літературою, державними будівельними нормами, інтернет-джерелами). Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Практичні методи (розв'язання розрахункових завдань, складання схем). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Метод формування пізнавального інтересу (створення цікавих ситуацій, навчальне обговорення). Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем з використанням СЕЗН Moodle, надання звіту із виконання практичної роботи.</p>
<p><i>Спеціальні фахові компетентності:</i> СК05. Здатність проводити критичний аналіз сучасного стану питань в галузі будівництва та цивільної інженерії. СК10. Здатність виявляти об'єкти для реконструкції та вдосконалення систем водопостачання та водовідведення, аналізувати ефективність роботи їх елементів. СК11. Здатність застосовувати професійні знання, інноваційні технології для розробки технічних рішень при проєктуванні, реконструкції, модернізації, відновленні зруйнованих (пошкоджених) зовнішніх мереж та споруд систем водопостачання та водовідведення в умовах ліквідації наслідків бойових дій.</p>	<p>Методи: Наочні методи (схеми, графіки, діаграми). Пояснювально-ілюстративні методи (лекція, пояснення в ході демонстрації матеріалу, робота з навчально-методичною літературою, державними будівельними нормами, інтернет-джерелами). Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Практичні методи (розв'язання розрахункових завдань, складання схем). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Метод формування пізнавального інтересу (створення цікавих ситуацій, навчальне обговорення). Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем з використанням СЕЗН Moodle, надання звіту із виконання практичної</p>

<p><i>Програмні результати навчання:</i></p> <p>ПРО1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем в галузі будівництва та цивільної інженерії для розв'язування складних задач професійної діяльності.</p> <p>ПРО3. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати та оцінювати їх.</p> <p>ПРН09. Вміти застосовувати професійні знання та результати науково-дослідної діяльності у сфері послуг з проектування, експлуатації, оптимізації роботи елементів систем водопостачання та водовідведення, аналізувати отримані результати та приймати оптимальні рішення для вдосконалення роботи систем.</p> <p>ПРН10. Впроваджувати інноваційні рішення при реконструкції та/або вдосконаленні систем водопостачання та водовідведення, враховуючи результати аналізу їх роботи.</p> <p>ПРН11. Вміти розробляти технічні рішення, впроваджувати інноваційні технології при проектуванні, реконструкції, модернізації, відновленні систем водопостачання, водовідведення та їх окремих елементів в умовах ліквідації наслідків бойових дій та відновлення об'єктів будівництва.</p>	<p>роботи.</p> <p>Методи:</p> <p>Наочні методи (схеми, графіки, діаграми). Пояснювально-ілюстративні методи (лекція, майстер – класи, гостьові лекції, пояснення в ході демонстрації матеріалу, робота з навчально-методичною літературою, державними будівельними нормами, інтернет-джерелами).</p> <p>Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Практичні методи (розв'язання розрахункових завдань, складання схем).</p> <p>Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).</p> <p>Метод формування пізнавального інтересу (створення цікавих ситуацій, навчальне обговорення).</p> <p>Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований, практичний). Самостійно-пошукові методи (індивідуальна робота, практична робота).</p> <p>Контрольні заходи:</p> <p>теоретичне тестування за змістовим модулем з використанням СЕЗН Moodle, надання звіту із виконання практичної роботи, підсумкове індивідуальне завдання, підсумкове тестування з використанням Moodle</p> <p>Екзамен.</p>
---	--

Міждисциплінарні зв'язки.

Робоча програма «Аналіз ефективності роботи систем водопостачання та водовідведення» пов'язана з вивченням освітніх компонент «Методологія і принципи наукових досліджень в будівництві та цивільній інженерії», «Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень», «Експлуатація водопровідно-каналізаційного господарства».

Своєю чергою, дисципліна є основою для успішного вивчення таких дисциплін, як «Моніторинг та удосконалення інженерних об'єктів», успішного проходження «Виробничої практики» та виконання «Кваліфікаційної роботи магістра».

Змістовий модуль 1. Вихідні дані до гідравлічного розрахунку елементів систем водопостачання

Задачі розрахунків гідравлічного комплексу споруд систем водопостачання. Гідравлічні характеристики елементів систем подачі та розподілу води. Аналіз напірно-витратних характеристик. Характеристика відборів води з системи. Аналіз гідравлічних характеристик мереж транспортування води. Аналіз динаміки роботи гідравлічних комплексів для оптимізації управління поточкорозподілом в інженерних мережах.

Змістовий модуль 2. Гідравлічні комплекси

Особливості першої елементарної комбінації елементів гідравлічного комплексу. Аналіз напірно-витратних характеристик помпового обладнання в елементарній системі. Особливості другої елементарної комбінації елементів гідравлічних комплексів. Аналіз напірно-витратних характеристик помпового обладнання в другій елементарній системі. Особливості третьої елементарної комбінації елементів гідравлічних комплексів.

Змістовий модуль 3. Аналіз динаміки роботи систем транспортування води з контррезервуарами

Особливості живлення системи в умовах зміни відборів води. Аналіз п'єзометричних карт систем транспортування води в умовах зміни відборів води. Графічний аналіз сумісного функціонування складових елементарної системи. Перевірковий розрахунок розгалуженої мережі транспортування води з контррезервуаром. Аналіз гідравліки роботи системи транспортування води з двома помповими станціями та однією регулювальною місткістю. Особливості поточкорозподілу при застосуванні схеми розгалуженої мережі в умовах двостороннього живлення. Принцип розрахунку розгалужених систем з кількома помповими станціями та кількома регулювальними резервуарами. Особливості перевірових розрахунків систем транспортування води із замкнутими контурами.

Змістовий модуль 4. Перевірка адекватності математичної моделі поточкорозподілу в системах водопостачання

Задачі перевірових розрахунків. Особливості перевірових розрахунків розгалужених мереж з одним підживлювачем без регулювальних місткостей та їх застосування для оперативного управління. Особливості перевірових розрахунків розгалужених мереж без регулювальних місткостей та різною кількістю джерел живлення, їх застосування для оперативного управління поточкорозподілом. Графічний аналіз роботи розгалуженої інженерної мережі транспортування води з двома підживлювачами. Аналіз факторів, які впливають на формування витрат води в системах подачі та розподілу води. Теоретичні залежності витрат та втрат води від вузлових напорів у водопровідній мережі. Аналіз моделі формування витрат води, що відбираються з мережі. Аналіз зміни витрат та втрат води від величин вільних напорів. Аналіз сучасного стану управління поточкорозподілом у водопровідних мережах. Аналіз поточкорозподілу на основі вимірювання тисків в обмеженій кількості вузлів. Критерії адекватності математичної моделі математичної моделі поточкорозподілу в реальному часі. Аналіз динаміки напорів при управлінні поточкорозподілом у водопровідній мережі.

Змістовий модуль 5. Аналіз заходів для забезпечення ефективного водовідведення в умовах зміни надходження рідини

Матеріали та конструктивні рішення каналізаційних мереж, що знаходяться в експлуатації. Аналіз технічних характеристик трубопроводів з різних матеріалів. Огляд загальних вимог до каналізаційної мережі, що знаходиться в експлуатації. Специфічні крайові умови роботи мереж водовідведення. Заходи щодо визначення та аналізу стану каналізаційних мереж. Аналіз умов роботи мережі водовідведення м. Запоріжжя. Роботи з подовження експлуатаційного ресурсу каналізаційних колекторів. Аналіз ефективності та доцільності методів санації для підземних мереж. Вплив послідовності робіт при плануванні відновлення і санації мереж водовідведення на ефективність їх роботи.

Змістовий модуль 6. Аналіз стану мереж водовідведення та ефективні методи їх відновлення

Причини руйнування конструкцій каналізаційних мереж Класифікація пошкоджень каналізаційних мереж та аналіз їх впливу на ефективність відновлення. Аналіз причини руйнувань мереж водовідведення. Основні підходи до визначення критичного стану каналізаційних колекторів. Застосування комп'ютерних технологій для аналізу стану мереж водовідведення. Аналіз чинних методів визначення категорійності ділянок каналізаційної мережі. Класифікація мереж водовідведення з урахуванням ступеня їх потенційної аварійності. Фактори, які враховуються під час аналізу ступеня пошкодження ділянки мережі водовідведення. Аналіз методів ремонту та матеріалів, що застосовуються для подовження експлуатаційного ресурсу мереж водовідведення. Застосування системного підходу в організації комплексу рішень для подовження експлуатаційного ресурсу каналізаційних колекторів.

Змістовий модуль 7. Використання комп'ютерних технологій для аналізу роботи гідравлічного комплексу водопостачання

Головні принципи алгоритмізації визначення робочих параметрів елементів гідравлічних комплексів. Особливості алгоритмізації розрахунків добових витрат води та їх застосування для ефективного управління роботою мереж. Особливості алгоритмізації розрахунків режимів добового водоспоживання та їх застосування для оперативного управління розподілом потоків у мережі. Особливості алгоритмізації розрахунку регульовальної місткості водонапірних веж. Особливості алгоритмізації гідравлічних розрахунків кільцевих інженерних мереж. Особливості алгоритмізації визначення максимальної пропускної можливості ділянки мережі транспортування води. Особливості алгоритмізації розрахунків гідравлічних комплексів систем інженерних мереж. Перерозподіл потоків як один із методів зворотного зв'язку при оперативному керуванні.

Змістовий модуль 8. Застосування програмних інструментів для відновлення роботи мереж водовідведення

Змінні комп'ютерної моделі визначення категорійності ділянок каналізаційних колекторів. Вхідні змінні параметри. Приклади опису вихідних змінних, які враховують деформації трубопроводів. Експертний аналіз як ефективний механізм прийняття рішень при виборі методу ремонту. Аналіз рекомендованих методів закритого ремонту та відновлення мереж водовідведення з урахуванням їх технічного стану. Алгоритмічна модель обґрунтованого вибору методу ремонту і відновлення ділянки каналізаційного колектора. Принцип роботи алгоритму вибору методу ремонту і відновлення ділянки. Конструктивні, технічні та експлуатаційні параметри ділянки каналізаційного колектора, як об'єкта аналізу. Визначення категорійності ділянок. Вибір методу ремонту і відновлення ділянки каналізаційного колектора. Застосування математичних моделей однокритеріальної оптимізації за умови вибору одного та різних методів ремонту для каналізаційного колектора. Застосування математичних моделей багатокритеріальної оптимізації за умови вибору різних методів ремонту для ділянок каналізаційного колектора. Узагальнені рекомендації щодо вибору методів ремонту і відновлення каналізаційного колектора.

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів			
		Усього годин	Лекційні заняття, год		Практичні заняття, год		Лабораторні заняття, год			Теор. зав-ня, к-ть балів	Практ. зав-ня, к-ть балів	Усього балів	
			о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.				з/дист ф.
1	2	3	4	5	6	7			8	9	10	11	12
1	15	4	2		-			2	11		3	4	7
2	15	4	2		2			-	11		3	4	7
3	15	8	4		2			2	7		4	4	8
4	15	8	4		2			2	7		4	4	8
5	15	4	2		2			-	11		4	4	8
6	15	4	2		-			2	11		3	4	7
7	15	8	4		2			2	7		3	4	7
8	15	4	2		2			-	11		4	4	8
Усього за змістові модулі	120	44	22		12			10	76		28	32	60
Підсумковий семестровий контроль залік/екзамен	30								30	30	20	20	40
Загалом					120						100		

5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	<i>Лекція 1. Гідравлічні характеристики окремих елементів систем водопостачання</i> Задачі розрахунків гідравлічного комплексу споруд систем водопостачання. Гідравлічні характеристики елементів систем подачі та розподілу води. Аналіз напірно-витратних характеристик. Характеристика відборів води з системи. Аналіз гідравлічних характеристик мереж транспортування води.	2	2
2	<i>Лекція 2. Комбінації елементів в гідравлічних комплексах та їх характеристики</i> Особливості першої елементарної комбінації елементів гідравлічного комплексу. Аналіз напірно-витратних	2	

	характеристик помпового обладнання в елементарній системі. Особливості другої елементарної комбінації елементів гідравлічних комплексів. Аналіз напірно-витратних характеристик помпового обладнання в другій елементарній системі. Особливості третьої елементарної комбінації елементів гідравлічних комплексів.		
3	<p><i>Лекція 3. Загальний аналіз динаміки роботи систем транспортування води з контррезервуарами</i></p> <p>Особливості живлення системи в умовах зміни відборів води. Аналіз п'єзометричних карт систем транспортування води в умовах зміни відборів води. Графічний аналіз сумісного функціонування складових елементарної системи. Перевірковий розрахунок розгалуженої мережі транспортування води з контррезервуаром</p> <p><i>Лекція 4. Аналіз гідравлічних характеристик розгалужених мереж в гідравлічних комплексах</i></p> <p>Аналіз гідравліки роботи системи транспортування води з двома помповими станціями та однією регулювальною місткістю. Особливості потокорозподілу при застосуванні схеми розгалуженої мережі в умовах двостороннього живлення. Принцип розрахунку розгалужених систем з кількома помповими станціями та кількома регулювальними резервуарами. Особливості перевірових розрахунків систем транспортування води із замкнутими контурами.</p>	2	
4	<p><i>Лекція 5. Перевіркові розрахунки елементів в гідравлічних комплексах з кільцевими мережами</i></p> <p>Особливості перевірових розрахунків розгалужених мереж з одним підживлювачем без регулювальних місткостей та їх застосування для оперативного управління. Особливості перевірових розрахунків розгалужених мереж з одним підживлювачем та різною кількістю джерел живлення та їх застосування для оперативного управління. Графічний аналіз роботи розгалуженої інженерної мережі транспортування води з двома підживлювачами.</p> <p><i>Лекція 6. Перевіркові розрахунки водопровідних мереж з урахуванням вузлових напорів</i></p> <p>Аналіз факторів, які впливають на формування витрат води в системах подачі та розподілу води. Теоретичні залежності витрат та втрат води від вузлових напорів у водопровідній мережі. Аналіз моделі формування витрат води, що відбираються з мережі. Аналіз зміни витрат та втрат води від величин вільних напорів.</p>	2	2
5	<p><i>Лекція 7. Аналіз сучасних умов експлуатації каналізаційних мереж</i></p> <p>Матеріали і конструктивні рішення каналізаційних мереж, що знаходяться в експлуатації. Огляд загальних вимог до каналізаційної мережі, що знаходиться в експлуатації. Аналіз умов роботи мережі водовідведення м. Запоріжжя. Роботи з подовження експлуатаційного ресурсу каналізаційних колекторів.</p>	2	
6	<i>Лекція 8. Аналіз методів, що застосовуються для подовження</i>	2	2

	<p><i>експлуатаційного ресурсу каналізаційних колекторів</i></p> <p>Причини руйнування конструкцій каналізаційних мереж. Основні підходи до визначення критичного стану каналізаційних колекторів. Аналіз існуючих методів визначення категорійності ділянок каналізаційної мережі .</p> <p>Аналіз методів ремонту та матеріалів, що застосовуються для подовження експлуатаційного ресурсу мереж водовідведення. Застосування системного підходу в організації комплексу рішень для подовження експлуатаційного ресурсу каналізаційних колекторів.</p>		
7	<p><i>Лекція 9. Алгоритмізація режимів функціонування інженерних систем транспортування води</i></p> <p>Головні принципи алгоритмізації визначення робочих параметрів елементів гідравлічних комплексів. Особливості алгоритмізації розрахунків добових витрат води та їх застосування для оперативного управління. Особливості алгоритмізації розрахунків режимів добового водоспоживання та їх застосування для оперативного управління поточкорозподілом.</p> <p><i>Лекція 10. Алгоритмізація розрахунків елементів водопровідних систем</i></p> <p>Особливості алгоритмізації розрахунку регульовальної місткості водонапірних веж. Особливості алгоритмізації гідравлічних розрахунків кільцевих інженерних мереж. Особливості алгоритмізації визначення максимальної пропускної можливості ділянки мережі транспортування речовин, що очищуються. Особливості алгоритмізації розрахунків гідравлічних комплексів систем інженерних мереж.</p>	2	2
8	<p><i>Лекція 11. Програмний інструментарій для реалізації алгоритмічної моделі обґрунтованого вибору методу ремонту і відновлення ділянки мережі водовідведення</i></p> <p>Змінні комп'ютерної моделі визначення категорійності ділянок каналізаційних колекторів. Експертний аналіз як ефективний механізм прийняття рішень при виборі методу ремонту. Алгоритмічна модель обґрунтованого вибору методу ремонту і відновлення ділянки каналізаційного колектора. Програмний інструментарій для реалізації алгоритмічної моделі обґрунтованого вибору методу ремонту і відновлення ділянки мережі водовідведення.</p>	2	
Разом		22	8

6. Теми практичних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
2	<p><i>Практичне заняття 1. Елементарні комбінації в гідравлічних комплексах та їх характеристики</i></p> <p>Розрахунок продуктивності насосної станції з урахуванням зміни</p>	2	2

	гідралічних режимів.		
3	<i>Практичне заняття 2. Загальний аналіз найпростішої системи</i> Розрахунок витрат води, діаметрів водогонів для гравітаційної системи водопостачання з двома резервуарами, аналіз гідралічних режимів її роботи.	2	
4	<i>Практичне заняття 3. Перевіркові розрахунки водопровідних мереж</i> Перевіркові розрахунки водопровідної мережі з урахуванням гідралічних режимів її роботи.	2	
5	<i>Практичне заняття 4. Гідралічні характеристики і перевірочні розрахунки систем водовідведення</i> Аналітичний опис характеристики насосу в системі водовідведення в межах робочої зони. Оцінка відхилення апроксимації від реальної характеристики.	2	
7	<i>Практичне заняття 5. Аналіз роботи живлювачів водопровідної мережі</i> Розрахунок продуктивності насосних станцій та витрат води, що подаються в напірні резервуари.	2	
8	<i>Практичне заняття 6. Аналіз роботи розгалуженої мережі з напірними резервуарами</i>	2	2
Разом		12	4

7. Теми лабораторних занять

№ № змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	<i>Лабораторне заняття 1. Дослідження гідралічних характеристики елементів систем подачі та розподілу води</i> Аналіз відхилення апроксимації від реальної характеристики за абсолютною величиною і в відсотках, висновок про доцільність такої апроксимації.	2	
3	<i>Лабораторне заняття 2. Аналіз гідралічних режимів роботи водопровідної мережі з урахуванням зміни пропускної здатності ділянок</i> Аналіз зміни вузлових тисків з урахуванням зміни пропускної здатності ділянок.	2	
4	<i>Лабораторне заняття 3. Аналіз роботи водопровідної мережі з регульовальними місткостями</i> Аналіз пропускної здатності ділянок водопровідної мережі з двома регульовальними місткостями.	2	
6	<i>Лабораторне заняття 4. Аналіз режимів роботи мережі водовідведення</i> Аналіз пропускної здатності мережі водовідведення при зміні гідралічного режиму її роботи.	2	
7	<i>Лабораторне заняття 5. Аналіз ефективності роботи мережі з урахуванням матеріалу трубопроводів</i> Аналіз розподілу тисків у вузлах для водопровідних мереж з різних матеріалів.	2	
Разом		10	

7. Види і зміст поточних контрольних заходів

№ змістового модуля	Вид поточного контрольного заходу	Зміст поточного контрольного заходу	**Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Теоретичне завдання-	<p>Питання для підготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Що відноситься до місцевих природних факторів, які впливають на елементи систем водопостачання і в чому цей вплив виявляється? 2. Які гідравлічні характеристики споживачів аналізуються під час експлуатації гідравлічних комплексів? 3. Які відбори води в системах водопостачання вважаються нефіксованими? 4. Яким чином забезпечення вимог надійності впливає на структуру системи водопостачання? 5. В чому зміст техніко-економічного розрахунку систем подачі і розподілу води? 6. Охарактеризувати головні елементи систем подачі і розподілу води. 7. Які фактори впливають на функціонування елементів гідравлічного комплексу? 8. Яким чином рельєф місцевості та природні фактори враховуються при проектуванні гідравлічних комплексів? 9. Яким чином гідравлічні режими експлуатації враховуються при налагодженні роботи елементів гідравлічних комплексів? 10. Які гідравлічні характеристики водопровідних мереж аналізуються під час експлуатації гідравлічних комплексів? 	<p>(2,1-3 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: в повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, використовує знання з суміжних галузевих дисциплін.</p> <p>(1,1-2 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: в загальній формі розбирається у матеріалі, допускає суттєві помилки при висвітленні понять.</p> <p>(0-1,0), якщо студент: не знає значної частини програмного матеріалу.</p>	3
	Лабораторне заняття 1	Проаналізувати відхилення апроксимації від реальної характеристики за абсолютною величиною і в відсотках і зробити висновок про доцільність такої апроксимації. Здати у формі документа MS Word.	<p>(2,1-3,0 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: показує знання не лише основної, але й додаткової літератури, наводить власні міркування, робить узагальнюючі висновки.</p> <p>(1,1-2,0 бали) студент отримує, виявивши такі</p>	3

			знання та вміння: відповідь досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності або пропуски в неосновних питаннях. (0-1,0) студент отримує, якщо допускає суттєві помилки при виконанні роботи.	
Усього за ЗМ 1 контр. заходів	2			6
2	Теоретичне завдання	<p>Питання для підготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Яким чином компонуються елементи системи водопостачання в гідравлічних комплексах? 1. Яким чином аналізуються робочі характеристики насосів? 2. Особливості аналізу робочих характеристик насосів із застосуванням графічного методу. 3. Як визначити об'єм води, що надходить в напірний резервуар для гідравлічного комплексу з двома фіксованими відборами в вузлах нефіксованим відбором в напірний резервуар? 4. Яким чином аналізуються вузлові напори? 5. Аналітичний метод визначення робочих характеристик насосів. 6. Якою аналітичною залежністю можна описати напірно-витратну характеристику відцентрового насосу? 7. Якою аналітичною залежністю можна описати напірно-витратну характеристику поршневого насосу? 8. Як описуються характеристики напірних і безнапірних резервуарів? 9. Яку аналітичну характеристику мають пневматичні установки? 	<p>(2,1-3 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: в повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, використовує знання з суміжних галузевих дисциплін.</p> <p>(1,1-2 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: в загальній формі розбирається у матеріалі, допускає суттєві помилки при висвітленні понять.</p> <p>(0-1,0), якщо студент: не знає значної частини програмного матеріалу.</p>	3
	Практичне заняття 1	Визначити продуктивність насосної станції з урахуванням зміни гідравлічних режимів. Здати у формі документа MS Word.	(2,1-3,0 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: показує знання нормативних документів при виконанні розрахунків, наводить власні міркування та пропонує варіанти розв'язання завдання, робить	3

			узагальнюючі висновки. (1,1-2,0 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: відповідь досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності у розрахунках. (0-1,0) студент отримує, якщо допускає суттєві помилки при виконанні розрахунків.	
Усього за ЗМ 2 контр. заходів	2	6
3	Теоретичне завдання	Питання для підготовки: 1. Що таке фіктивні витрати? 2. Як скласти рівняння зовнішньої ув'язки? 3. Як змінюється живлення мережі з урахуванням відборів води? 4. Що таке критична витрата? 5. Рівняння Ейлера. 6. Які варіанти розрахунку приймаються для розгалужених мереж в гідравлічних комплексах? 7. Які рівняння слід використати для розрахунку системи з двома насосними станціями і однією водонапірною вежею? 8. Які розрахункові положення приймаються для схеми системи з трьома насосними станціями і двома водонапірними вежами? 9. Яким чином кількість водоживлювачів враховується під час перевірочних розрахунків водопровідних систем? 10. Яка різниця у вузлових рівняннях для схеми системи з одним контуром і двома вежами, які подають воду в мережу?	(1,3-2,0 балів) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: в повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, використовує знання з суміжних галузевих дисциплін. (0,6-1,2 балів) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: має також високий рівень знань і навичок, але мають місце деякі неточності або пропуски в неосновних питаннях. (0-0,5) , якщо студент: не знає значної частини програмного матеріалу.	2
	Лабораторне заняття 2	Виконати аналіз зміни вузлових тисків з урахуванням зміни пропускної здатності ділянок. Здати у формі документа MS Word.	(2,7-4,0 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: показує знання не лише основної, але й додаткової літератури, наводить власні міркування, робить узагальнюючі висновки. (1,3-2,6 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: відповідь досить повна,	4

			логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності або пропуски в неосновних питаннях. (0-1,0) студент отримує, якщо допускає суттєві помилки при виконанні роботи.	
	Практичне заняття 2	Визначити витрати води, діаметри водогонів для гравітаційної системи водопостачання з двома резервуарами, проаналізувати можливі гідравлічні режими її роботи. Здати у формі документа MS Word.		4
Усього за ЗМ 3 контр. заходів	2	10
4	Теоретичне завдання	<p>Питання для підготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Які завдання вирішуються при виконанні перевірочних розрахунків? 2. Які розрахункові параметри є відомими при розрахунках водопровідної мережі без регулювальних місткостей? 3. Чому дорівнює кількість невідомих витрат при розрахунку розгалуженої мережі без регулювальних місткостей з двома водоживільниками? 4. В яких випадках виконуються рівняння зовнішньої ув'язки? 5. Які фактори впливають на втрати води в гідравлічних комплексах? 6. Яким чином вільні напори враховуються при визначенні витрат води? 7. Гідравлічні розрахунки водопровідних мереж, що враховують реальні умови розбору води. 8. Аналіз відборів води з мережі з урахуванням відносних напорів. 9. Аналіз зростання відборів води при зміні режимів водоспоживання. 10. Аналіз зміни показників систем подачі та розподілу води за результатами їх гідравлічних розрахунків. 	<p>(1,3-2,0 балів) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: в повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, використовує знання з суміжних галузевих дисциплін.</p> <p>(0,6-1,2 балів) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: має також високий рівень знань і навичок, але мають місце деякі неточності або пропуски в неосновних питаннях.</p> <p>(0-0,5), якщо студент: не знає значної частини програмного матеріалу.</p>	2

	Практичне заняття 3	Виконати перевіркові розрахунки водопровідної мережі з урахуванням гідравлічних режимів роботи. Здати у формі документа MS Word.	(2,7-4,0 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: показує знання нормативних документів при виконанні розрахунків, наводить власні міркування та пропонує варіанти розв'язання завдання, робить узагальнюючі висновки. (1,3-2,6 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: відповідь досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності у розрахунках. (0-1,3) студент отримує, якщо допускає суттєві помилки при виконанні розрахунків.	4
	Лабораторне заняття 3	Виконати аналіз пропускну здатності ділянок водопровідної мережі з двома регульовальними місткостями. Здати у формі документа MS Word.	(2,7-4,0 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: показує знання не лише основної, але й додаткової літератури, наводить власні міркування, робить узагальнюючі висновки. (1,3-2,6 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: відповідь досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності або пропуски в неосновних питаннях. (0-1,0) студент отримує, якщо допускає суттєві помилки при виконанні роботи.	4
Усього за ЗМ 4 контр. заходів	2			10
5	Теоретичне завдання	Питання для підготовки: 1. Труби з яких матеріалів найчастіше застосовують для будівництва мереж водовідведення? 2. Аналіз умов експлуатації мереж водовідведення з різних матеріалів. 3. Які специфічні умови враховують для оцінки експлуатаційного ресурсу мереж водовідведення? 4. Які заходи необхідні для визначення та оцінки стану	(2,1-3 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: в повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, використовує знання з суміжних галузевих дисциплін. (1,1-2 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: в загальній формі розбирається у матеріалі, допускає суттєві помилки при висвітленні понять.	3

		<p>каналізаційних мереж?</p> <p>5. Які умови необхідні для забезпечення безперебійної і економічної роботи систем водопостачання і водовідведення?</p> <p>6. Результати аналізу стану мереж водовідведення у Запоріжжі.</p> <p>7. Яким чином роботи комунальних служб впливає на стан мереж?</p> <p>8. Які методи будвельної санації застосовують для підземних мереж?</p> <p>9. Проаналізуйте ефективність та доцільність головних методів санації для підземних мереж.</p> <p>10. Яким чином послідовність робіт при плануванні відновлення і санації мереж водовідведення впливає на ефективність їх роботи?</p>	(0-1,0), якщо студент: не знає значної частини програмного матеріалу.	
	Практичне заняття 4	Виконати аналітичний опис характеристики каналізаційного насосу в межах робочої зони. Оцінити відхилення апроксимації від реальної характеристики. Здати у формі документа MS Word.	<p>(2,1-3,0 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: показує знання нормативних документів при виконанні розрахунків, наводить власні міркування та пропонує варіанти розв'язання завдання, робить узагальнюючі висновки.</p> <p>(1,1-2,0 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: відповідь досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності у розрахунках.</p> <p>(0-1,0) студент отримує, якщо допускає суттєві помилки при виконанні розрахунків.</p>	3
Усього за ЗМ 5 контр. заходів	2			6
6	Теоретичне завдання	<p>Питання для підготовки:</p> <p>1. Які види пошкоджень виникають на мережах водовідведення під час їх експлуатації?</p> <p>2. Аналіз головних причин руйнувань каналізаційних трубопроводів.</p>	<p>(2,1-3 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: в повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, використовує знання з суміжних галузевих дисциплін.</p> <p>(1,1-2 бали) студент отримує, виявивши такі</p>	3

		<p>3. Яким чином індикатори, що описують фізичний стан і функціональність трубопроводів, застосовуються під час аналізу стану мереж водовідведення?</p> <p>4. Які показники враховуються при побудові моделі функції старіння трубопроводу?</p> <p>5. Критерії віднесення трубопроводів або колекторів до тієї чи іншої категорії в залежності від їх стану.</p> <p>5. Класифікація колекторів залежно від їх потенційної аварійності.</p> <p>6. Яким чином пов'язні фактори, що впливають на аварійність водовідвідної мережі?</p> <p>7. Ефективні моделі для оцінки стану об'єктів водовідвідної мережі.</p> <p>8. Які фактори враховуються під час аналізу пошкодження ділянки мережі водовідведення?</p> <p>9. Які методи ремонту застосовуються для подовження експлуатаційного ресурсу каналізаційних колекторів?</p> <p>10. Проаналізуйте ефективність різних методів ремонту для подовження експлуатаційного ресурсу мереж водовідведення?</p>	<p>знання та вміння: в загальній формі розбирається у матеріалі, допускає суттєві помилки при висвітленні понять. (0-1,0), якщо студент: не знає значної частини програмного матеріалу.</p>	
	Лабораторне заняття 4	Виконати аналіз пропускнуої здатності мережі водовідведення при зміні гідравлічного режиму її роботи. Здати у формі документа MS Word.	<p>(2,1-3,0 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: показує знання не лише основної, але й додаткової літератури, наводить власні міркування, робить узагальнюючі висновки.</p> <p>(1,1-2,0 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: відповідь досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності або пропуски в неосновних питаннях.</p> <p>(0-1,0) студент отримує, якщо допускає суттєві помилки при виконанні роботи.</p>	3
Усього за ЗМ 6 контр. заходів	2			6

7	Теоретичне завдання	<p>Питання для підготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. За якими розрахунковими витратами оцінюється функціонування мереж водопостачання? 2. Які гідравлічні режими враховуються під час аналізу роботи водопровідної мережі? 3. Що таке алгоритм розрахунку мережі? 4. Які методи застосовують для визначення дійсних витрат води і втрат напору у водопровідних мережах? 5. Яким чином визначаються витрати на господарсько-питні потреби підприємства? 6. Які основні етапи розрахунку системи в режимі добового водоспоживання? 7. Яким чином зміна зосереджених витрат впливає на динаміку вузлових тисків? 8. Які питомі норми враховуються при визначення розрахункових витрат? 9. Яким чином аналізуються фактичні витрати води і втрати напору в мережах? 10. Яким чином результати гідравлічних розрахунків мережі впливають на можливості управління розподілом потоків? 	<p>(1,3-2,0 балів) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: в повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, використовує знання з суміжних галузевих дисциплін.</p> <p>(0,6-1,2 балів) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: має також високий рівень знань і навичок, але мають місце деякі неточності або пропуски в неосновних питаннях.</p> <p>(0-0,5), якщо студент: не знає значної частини програмного матеріалу.</p>	2
	Практичне заняття 5	Визначити подачу насосних станцій та витрати води, що подаються в напірні резервуари. Здати у формі документа MS Word.	<p>(2,7-4,0 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: показує знання нормативних документів при виконанні розрахунків, наводить власні міркування та пропонує варіанти розв'язання завдання, робить узагальнюючі висновки.</p> <p>(1,3-2,6 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: відповідь досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності у розрахунках.</p> <p>(0-1,3) студент отримує, якщо допускає суттєві помилки при виконанні розрахунків.</p>	4
	Лабораторне заняття 5	Виконати аналіз розподілу тисків у вузлах для водопровідних мереж з різних матеріалів. Здати у формі документа MS Word.	<p>(2,7-4,0 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: показує знання не лише основної, але й додаткової літератури, наводить власні міркування, робить</p>	4

			узагальнюючі висновки. (1,3-2,6 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: відповідь досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності або пропуски в неосновних питаннях. (0-1,0) студент отримує, якщо допускає суттєві помилки при виконанні роботи.	
Усього за ЗМ 7 контр. заходів	2			10
8	Теоретичне завдання	<p>Питання для підготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Яким чином категорійності ділянок каналізаційних колекторів використовується для аналізу їх стану? 2. Показники, за якими аналізується стан ділянок мереж водовідведення. 3. Аналіз роботи мережі водовідведення на підставі заданих значень вхідних змінних. 4. Принцип дії експертної системи для визначення категорійності ділянок каналізаційного колектора. 5. Класифікація пошкоджень каналізаційних колекторів. 6. Рекомендовані методи закритого ремонту та відновлення каналізаційних колекторів. 7. Аналіз застосування методів ремонту і відновлення для заданих категорій ділянки. 8. Алгоритмічна модель обґрунтованого вибору методу ремонту і відновлення ділянки каналізаційного колектора. 9. Змінні експертної системи обґрунтованого вибору методу ремонту і відновлення ділянки каналізаційного колектора. 10. Реалізація алгоритмічної моделі засобами електронних таблиць. 	<p>(2,1-3 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: в повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, використовує знання з суміжних галузевих дисциплін. (1,1-2 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: в загальній формі розбирається у матеріалі, допускає суттєві помилки при висвітленні понять. (0-1,0), якщо студент: не знає значної частини програмного матеріалу.</p>	3
	Практичне заняття 6	Визначити пропускну здатність мережі водовідведення при зміні гідравлічного навантаження. Здати у формі документа	(2,1-3,0 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: показує знання нормативних	3

		MS Word.	документів при виконанні розрахунків, наводить власні міркування та пропонує варіанти розв'язання завдання, робить узагальнюючі висновки. (1,1-2,0 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: відповідь досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності у розрахунках. (0-1,0) студент отримує, якщо допускає суттєві помилки при виконанні розрахунків.	
Усього за ЗМ 7 контр. заходів	2			6

8. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
Залік	Теоретичне завдання	<ol style="list-style-type: none"> 1. Які гідравлічні характеристики споживачів аналізуються під час експлуатації гідравлічних комплексів? 2. Які гідравлічні характеристики водопровідних мереж аналізуються під час експлуатації гідравлічних комплексів? 3. Яким чином аналізуються вузлові напори? 4. Аналітичний метод визначення робочих характеристик насосів. 5. Аналіз відборів води з мережі з урахуванням відносних напорів. 6. Аналіз зростання відборів води при зміні режимів водоспоживання. 7. Аналіз зміни показників систем подачі та розподілу води за результатами їх гідравлічних розрахунків. 8. Аналіз умов експлуатації мереж водовідведення з різних 	<p>Високий рівень (17-20 балів) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: в повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, використовує знання з суміжних галузевих дисциплін, відсутні помилки у відповідях.</p> <p>Достатній рівень(13-16 балів) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: має також високий рівень знань і навичок, але мають місце деякі помилки або пропуски в неосновних питаннях.</p> <p>Задовільний рівень (9-12 балів) студент отримує, виявивши такі знання та</p>	

		<p>матеріалів.</p> <p>9. Які специфічні умови враховують для оцінки експлуатаційного ресурсу мереж водовідведення?</p> <p>10. Які заходи необхідні для визначення та оцінки стану каналізаційних мереж?</p> <p>11. Які умови необхідні для забезпечення безперебійної і економічної роботи систем водопостачання і водовідведення?</p> <p>12. Результати аналізу стану мереж водовідведення у Запоріжжі.</p> <p>13. Проаналізуйте ефективність та доцільність головних методів санації для підземних мереж.</p> <p>14. Яким чином послідовність робіт при плануванні відновлення і санації мереж водовідведення впливає на ефективність їх роботи?</p> <p>15. Аналіз головних причин руйнувань каналізаційних трубопроводів.</p> <p>16. Яким чином індикатори, що описують фізичний стан і функціональність трубопроводів, застосовуються під час аналізу стану мереж водовідведення?</p> <p>17. Ефективні моделі для оцінки стану об'єктів водовідвідної мережі.</p> <p>18. Які фактори враховуються під час аналізу пошкодження ділянки мережі водовідведення?</p> <p>19. Проаналізуйте ефективність різних методів ремонту для подовження експлуатаційного ресурсу мереж водовідведення?</p> <p>20. Яким чином аналізуються фактичні витрати води і втрати напору в мережах?</p>	<p>вміння: в загальній формі розбирається у матеріалі, але мають місце неточності, робить помилки при відповіді на питання.</p> <p>Низький рівень (5-8 балів) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: в загальній формі розбирається у матеріалі, але допускає суттєві помилки при відповіді на питання.</p> <p>Іспит не зданий (0-4 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: не знає значної частини програмного матеріалу, більша частина відповідей є неправильною.</p>	
--	--	---	---	--

	Практичне завдання	Визначення розрахункових параметрів водних ресурсів. Здати у формі документу MS Word).	<p>(17-20 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: при виконанні розрахунків вміло застосовує знання основної літератури, наводить власні міркування, робить узагальнюючі висновки.</p> <p>(13-16 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: відповідь досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності або пропуски в розрахунках.</p> <p>(9-12 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: в загальній формі розбирається у матеріалі, але відповідь неповна, неглибока, містить неточності, робить помилки при формулюванні понять, відчуває труднощі, застосовуючи знання при виконанні розрахунків.</p> <p>(5-8 бали) студент отримує, виявивши такі знання та вміння: в загальній формі розбирається у матеріалі, допускає суттєві помилки при розрахунках.</p> <p>(0-4) студент отримує, якщо допускає суттєві помилки у розрахунках.</p>	
Усього за підсумковий семестровий контроль			40	

9.Рекомендована література

Основна:

1. Долина Л.Ф., Машихіна П.Б., Козачина В.А. Реконструкція систем водопостачання та водовідведення: Монографія. Дніпро: Журфонд, 2021. 220 с. URL: <https://tinyurl.com/537tkp3j>
2. Корвер Арно, Еверс Лоренц, Ф'юстер Ерік, Галбрейт Деклан. Посібник з технологій водопостачання в умовах надзвичайних ситуацій. Берлін : Buch- und Offsetdruckerei. 2020 227 с. https://www.emergency-wash.org/water/images/pdf/Water_Compndium_Ukraine.pdf
3. Risk, Reliability and Sustainable Remediation in the Field of Civil and Environmental Engineering / edited by T. Roshni [et al.]. Amsterdam : Elsevier, 2022. 535 p. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0052158/>

Додаткова:

1. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисципліни "Особливості промислового водопостачання" Харків : ХНАМГ, 2008. 87 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0054212.pdf>.
2. Герасимов Г Г.. Гідрравлічні та аеродинамічні машини: підручник. Рівне : НГВГП, 2008. 241 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/2264/1/076%20zah.pdf>.
3. Деркач І. Л. Міські інженерні мережі : навч. посіб. Харків : ХНАМГ, 2006. 97 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0054227.pdf>.
4. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 172 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi72/0052303.pdf>.
5. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування.[Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013. 134 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0054225.pdf>.
6. ДСанПіИ 2.2.4-171-10. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної,призначеної для споживання людиною». [Чинний від 2010-05-12]. Вид. офіц. Київ :Держспоживстандарт України, 2010. 35 с. (Інформація та документація). URL:https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsanpin_2_2_4_171_10/25-1-0-1180
7. Dobrovolska O. Development of procedure to control flow distribution in water supply networks in real time. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. № 6/8(96). С. 17-24. URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/147656>
8. Dobrovolska O. Analysis of emergency modes of operation of water pipelines.Bulleten of Odessa state academy of civil engineering and architecture.2021. P.122-129. URL: <http://visnyk-odaba.org.ua/2021-83/83-13.pdf>
9. Добровольська О.Г. Водопровідні мережі : навчально-методичний посібник. Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2022. 221 с.
10. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води : підручник. Київ : Вища школа, 2005. 672 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/772934.pdf>.
11. Кравченко В. С. Водопостачання та каналізація : підручник. Київ : Кондор, 2009. 288 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0051608.pdf>.
12. Орлов В. О., Тугай Я. А., Орлова А. М. Водопостачання та водовідведення : підручник. Київ : Знання, 2011. 359 с.
13. Пеховка М.В. Водовідведення : навчальний посібник. Київ : Ресурсний центр ГУРТ. 2019. 148 с. URL: <https://tinyurl.com/y3ndpmb5>
14. Сашко В. О., Терещенко Т. М. Водопостачання : навч. посібник. Київ : Ресурсний центр ГУРТ. 2019. 214 с. URL: <https://tinyurl.com/2xfubkn>
15. Рибалова О. В. Водопостачання та водовідведення : курс лекцій. Харків : ХУЦЗУ, 2017. 195 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0054242.pdf>.
16. Ткачук О. А. Міські інженерні мережі : навч. посіб. Рівне : НГВГП, 2015. 412 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0054235.pdf>.

17. Тугай А. М., Орлов В. О. Водопостачання : підручник. Київ : Знання, 2009. 735 с.
URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0051607.pdf>.
18. Українець М. О. Аналіз ефективності роботи систем водопостачання та водовідведення : метод. вказівки до практ. занять і самост. роботи. Запоріжжя : ЗДІА, 2003. 76 с.
19. Українець М. О. Вдосконалення систем водопостачання : метод. вказівки до практ. занять і самост. роботи для магістрантів. Запоріжжя : ЗДІА, 2013. 31 с.
URL: <http://files.znu.edu.ua/files/ZII/metodychky/do2018/f352789.doc>.
20. Українець М. О., Сокольник В. І. Вдосконалення систем водопостачання : навч. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2005. 96 с.

Інформаційні ресурси:

1. Academia. URL: <http://www.academia.edu>.
2. DOAJ Directory of open access <https://doaj.org/>
3. IJSRM International Journal of Scientific Research and Management
<http://www.sciencedirect.com/science/search/>.
4. Crossref <http://search.crossref.org/>.
5. Index Copernicus <http://journals.indexcopernicus.com/>.
6. WorldCat <http://www.worldcat.org/>.
7. Кабінет Міністрів України. URL : <https://www.kmu.gov.ua/>.
8. Законодавство України.. URL : <http://www.rada.kiev.ua>.
9. Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: <http://library.znu.edu.ua/>
10. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
11. Система електронного забезпечення навчан