

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до організації самостійної роботи, проведення практичних занять, виконання  
розрахунково-графічної роботи  
з навчальної дисципліни

**«ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ»**

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм  
навчання галузі знань 19 – Архітектура та будівництво  
зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія,  
освітня програма «Міське будівництво та господарство»)*

**Харків  
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова  
2022**

Методичні рекомендації до організації самостійної роботи, проведення практичних занять, виконання розрахунково-графічної роботи з навчальної дисципліни «Технічна експлуатація інженерних систем» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання галузі знань 19 – Архітектура та будівництво зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Міське будівництво та господарство»)/ Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. І. Е. Линник. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 15 с.

Укладач д-р техн. наук, проф. І. Е. Линник

Рецензент

**О. С. Безлюбченко**, кандидат технічних наук, доцент кафедри міського будівництва Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою міського будівництва протокол № 13 від 20 травня 2022 р.*

## ЗМІСТ

1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ МЕТОДИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ.....	4
2 СКЛАД ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ.....	4
3 СКЛАД ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ.....	4
4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ.....	4
4.1 Проектування схеми вертикального планування міста.....	4
4.2 Розміщення зливової мережі міста .....	7
5 РОЗПОДІЛ ЧАСУ ЗА ТЕМАМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ.....	9
6 РОЗПОДІЛ БАЛІВ ЗА ТЕМАМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	10
СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	14

## **1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ МЕТОДИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ**

Мета виконання розрахунково-графічної роботи, практичних завдань і самостійної роботи – закріпити та поглибити відомості, отримані студентами при вивченні дисципліни «Технічна експлуатація інженерних систем».

Завданням виконання розрахунково-графічної роботи є: на підставі плану міста розробити схему його вертикального планування, запроєктувати зливову мережу міста, вирішити питання водовідведення з міських територій та експлуатації систем поверхневого водовідведення, виконати гідрологічний і гідравлічний розрахунки зливної каналізації.

## **2 СКЛАД ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ**

На аркуші формату А1 у масштабі 1:10000 виконують схему вертикального планування міста методом проєктних позначок. Графічну частину проєкту виконують за допомогою комп'ютерних програм AutoCAD, ArchiCAD, Kompas тощо. Існуючі (чорні) позначки надписують чорним кольором, а проєктні (червоні) – червоним.

## **3 СКЛАД ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ**

1 Проєктування схеми вертикального планування міста.

2 Розміщення зливної мережі міста.

Список джерел. Указують використану літературу згідно існуючих вимог.

## **4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ**

### **4.1 Проєктування схеми вертикального планування міста**

Перед початком проєктування необхідно проаналізувати існуючий рельєф території міста, показати основні вододіли й тальвеги, визначити основні ухили території, виявити території із складним рельєфом, вулиці, де ухили менше 5 ‰, бо там потрібно виконувати перепланування рельєфу.

Після проведеного аналізу існуючого рельєфу території розпочинають вирішення вертикального планування міста.

Спочатку знаходять існуючі (чорні) позначки на перехрестях і в характерних місцях (місцях перелому рельєфу). Чорні позначки на берегах річок визначають умовно – трохи нижче позначки найближчої горизонталі. Потім

визначають проєктні (червоні) позначки й поздовжні ухили між цими позначками.

Головним завданням вертикального планування є розробка висотного вирішення проєктованої території. Під час проєктування вертикального планування необхідною умовою є дотримання мінімального обсягу земляних робіт, забезпечення відведення поверхневих вод лотками проїзних частин вулиць із прилеглих територій. Лотки вулиць мають розташовуватись нижче прилеглої території. У той же час необхідно максимально зберігати існуючий рельєф, ґрунтове покриття й зелені насадження. Для цього рекомендується, щоб зрізки ґрунту не перевищували 0,5 м.

Мінімальний поздовжній ухил вулиць має бути не менше 5 ‰, а максимальний – не перевищувати гранично допустимого для певної категорії вулиць відповідно з вимогами ДБН В.2.3-5:2019, тобто для магістральних вулиць і доріг загальноміського значення безперервного руху – 50 ‰, для магістральних вулиць загальноміського значення регульованого руху – 60 ‰, для магістральних вулиць районного значення – 60 ‰, для житлових вулиць – 70 ‰.

Починати вирішення схеми вертикального планування міста слід із магістральних вулиць, із найвищих точок рельєфу (пагорбів), або з вулиць із поздовжніми ухилами менше 5 ‰. Потім вирішують висотне положення інших вулиць згідно правила, що кожна позначка є кінцевою для попередньої ділянки вулиці та початковою для наступної.

Призначають червоні позначки на перехрестях і в характерних місцях. Вулиці в містах проєктують у тих же позначках, що й існуючий рельєф, або в малих виїмках, тобто проєктні (червоні) позначки призначають або такими саме, як і існуючі (чорні), або до 0,5 м нижче чорних. На мостах (перехрещення вулиць чи доріг з водоймами) і шляхопроводах (перехрещеннях вулиць чи доріг з іншими вулицями, дорогами, залізницями) через нестачу необхідних даних червоні позначки в цій роботі призначають умовно – на 6–7 м вище ніж чорні. Розраховують поздовжній ухил між червоними позначками й округлюють його до 1 ‰. Після округлення ухилу потрібно виправити якусь одну з червоних позначок на ділянці вулиці.

Якщо якісь вулиці мають існуючі поздовжні ухили менше 5 ‰, тоді потрібно виконувати перепланування рельєфу. Аналізуючи рельєф, студенти самі визначають, де будуть проходити тальвеги й вододіли, та, виходячи з цих міркувань, а також враховуючи мінімальні обсяги земляних робіт і нульовий баланс земляних мас, розраховують червоні позначки. Тобто там, де прийнято вододіли, потрібно підсипати територію, а там, де прийнято тальвеги – виконувати зрізання ґрунту.

Під час виконання вертикального планування необхідно дотримуватись умови стікання води вулицями до водойм. Бажано уникати планування

перехресть вулиць, де поздовжні ухили всіх вулиць були б спрямовані до центру перехрестя, бо з таких місць відведення поверхневих вод значно ускладнюється.

### ***Приклад проєктування схеми вертикального планування міста***

Задано фрагмент плану міста. На цьому фрагменті визначаємо позначки існуючого рельєфу та вимірюємо відстані між ними. Позначки існуючого рельєфу (чорні позначки) надписуємо на виносках знизу під рискою (рис. 1).

Аналізуючи існуючий рельєф, бачимо, що на горизонтальних ділянках вулиць з правого боку рисунка поздовжні ухили будуть менше 5 ‰:

$$\frac{142,90 - 142,50}{530} = 0,0007 \quad \text{і} \quad \frac{154,80 - 154,50}{530} = 0,00056.$$

Отже, на цих ділянках потрібно виконувати перепланування рельєфу. Приймаємо умову, що тальвег буде проходити центральною вулицею, що знаходиться у вертикальному напрямку. Для забезпечення мінімального обсягу земляних робіт і нульового балансу земляних мас чорні позначки на центральній вертикальній вулиці зменшуємо, а позначки на правій вертикальній вулиці збільшуємо. Червоні позначки надписують на виносках зверху над рискою. Далі розраховуємо поздовжні ухили (рис. 2).

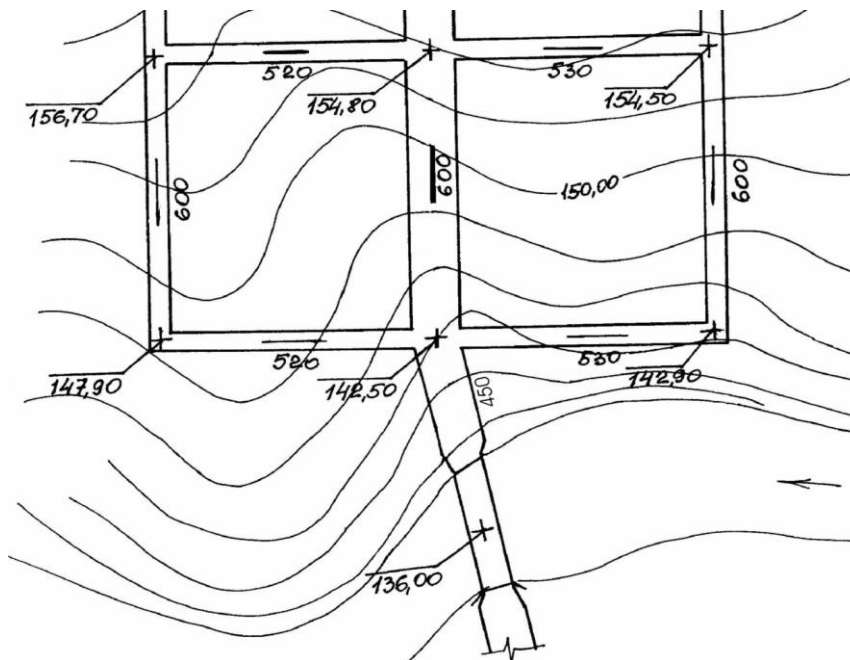


Рисунок 1 – Фрагмент плану міста з чорними позначками та відстанями між ними

Значення ухилів округлюємо до третього знаку після коми й виконуємо зворотню операцію – виправляємо якусь одну позначку. Значення ухилу

The diagram illustrates a hydraulic system with two rectangular tanks and a connecting pipe network. The flow is as follows:

- Left Tank:**
  - Inlet from the top: Pipe diameter 5, length 520. Elevation at inlet: 156.40, at outlet: 156.70.
  - Outlet to the right: Pipe diameter 19.5, length 600. Elevation at inlet: 153.80, at outlet: 154.80.
  - Outlet to the bottom: Pipe diameter 10, length 520. Elevation at inlet: 147.40, at outlet: 147.90.
- Right Tank:**
  - Inlet from the top: Pipe diameter 4.5, length 530. Elevation at inlet: 156.27, at outlet: 154.50.
  - Outlet to the left: Pipe diameter 5, length 580. Elevation at inlet: 144.85, at outlet: 142.90.
- Bottom Connection:**
  - A vertical pipe with diameter 450 connects the bottom of the right tank to a reservoir.
  - Elevation at the top of this pipe: 142.00, at the bottom: 136.00.

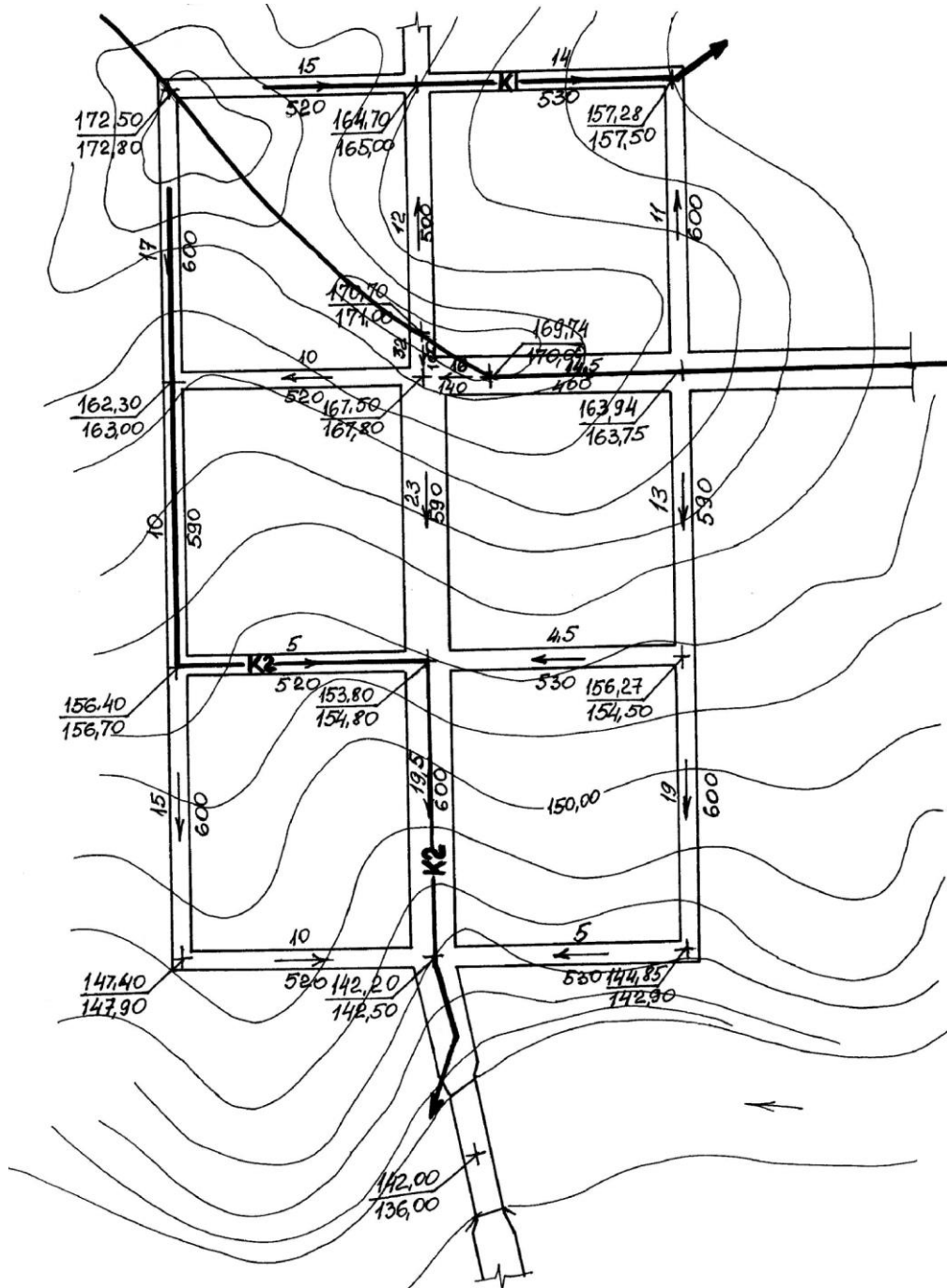
Other labels include tank dimensions (15x600 and 19x600) and a north arrow pointing upwards.

## 4.2 Розміщення зливової мережі міста

За різними схемами водовідведення необхідно максимально використовувати можливість відведення води поверхневими лотками.

7

Фрагмент схеми вертикального планування міста з розміщеними колекторами зливової мережі показано на рисунку 3.



Головним завданням проектування зливової мережі є найбільш повне обслуговування території міста при найменшій довжині колекторів і найменшій вартості мережі.



## 5 РОЗПОДІЛ ЧАСУ ЗА ТЕМАМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Таблиця 1 – Практичні заняття

Тема	Зміст (план)	Кільк. ауд. годин
1	2	3
<b>Змістовий модуль 1 Вертикальне планування міських вулиць і доріг та їхня технічна експлуатація</b>		
<b>Тема 1</b> Принципи визначення існуючих і проєктних позначок на вулицях	1. Визначення існуючих позначок на перехрестях вулиць і в характерних місцях. 2. Розрахунок проєктних позначок і поздовжніх ухилів на вулицях	4
<b>Тема.2</b> Принципи побудови проєктних горизонталей на міських вулицях і дорогах та їхня технічна експлуатація	1. Градування осі проїзної частини. 2. Визначення відхилення горизонталей на проїзній частині вулиці за рахунок поперечного ухилу. 3. Визначення стрибка горизонталей за рахунок бортового каменю. 4. Обчислення відхилення горизонталей на зеленій зоні. 5. Розрахунок відхилення горизонталей на тротуарі	5
<b>Тема 3</b> Принципи побудови проєктних горизонталей на перехрестях вулиць і доріг в одному рівні та їхня технічна експлуатація	1. Побудова проєктних горизонталей на проїзній частині в місці перехрещення двох вулиць. 2. Побудова проєктних горизонталей на тротуарній частині перехрестя	5
<b>Змістовий модуль 2 Проєктування, технічна експлуатація та вертикальне планування інших міських територій</b>		
<b>Тема 4</b> Вертикальне планування внутрішньоквартальних проїздів та їхня технічна експлуатація	1. Градування осей внутрішньоквартальних проїздів. 2. Побудова проєктних горизонталей на проїзній частині внутрішньоквартальних проїздів та їхня технічна експлуатація. 3. Проєктування горизонталей на автостоянках, роз'їзних і розворотних майданчиках та їхня технічна експлуатація	2
<b>Тема 5</b> Посадка будівель на рельєф	1. Визначення кількості сходінок у кожену секцію будівель. 2. Встановлення позначок входів у будівлі. 3. Встановлення позначок підлог перших поверхів. 4. Встановлення позначок кутів будівель	3

Продовження таблиці 1

1	2	3
<b>Тема 6</b> Принципи побудови проєктних горизонталей на внутрішньоквартальних територіях та технічна експлуатація внутрішньоквартальних територій	1. Проєктування червоних горизонталей на незабудованій території та технічна експлуатація внутрішньоквартальних територій	3
<b>Змістовий модуль 3 Проєктування та технічна експлуатація систем відведення поверхневих і підземних вод</b>		
<b>Тема 7</b> Основні принципи розміщення зливової мережі на території міста та їхня технічна експлуатація	1. Аналіз запроєктованої території міста методом проєктних позначок. 2. Визначення напрямків вододілів і тальвегів. 3. Проєктування зливової мережі по тальвегах та їхня технічна експлуатація	4
<b>Разом</b>		26

## 6 РОЗПОДІЛ ЧАСУ ЗА ТЕМАМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Самостійна робота складається з роботи над підручниками за темами лекцій і виконання розрахунково-графічного завдання, супроводжується консультаціями викладачів з теоретичного матеріалу.

Таблиця 2 – Самостійна робота

Тема	Зміст (план)	Кількість годин
1	2	3
<b>Змістовий модуль 1 Вертикальне планування міських вулиць і доріг та їхня технічна експлуатація</b>		
<b>Тема 1</b> Технічна експлуатація під час виконання робіт з інженерної підготовки міських територій	1. Визначення курсу, його склад і зміст, зв'язок з іншими дисциплінами. 2. Мета і завдання дисципліни. 3. Фактори, що впливають на будівництво та експлуатацію міських територій і інженерних систем (природно-кліматичні, соціальні, естетичні, технічні тощо)	
<b>Тема 2</b> Вертикальне планування міських територій та їхня технічна експлуатація	1. Загальні положення проєктування вертикального планування. 2. Рельєф і його містобудівне значення. 3. Принципи і завдання вертикального планування. 4. Методи проєктування вертикального планування	

Продовження таблиці 2

1	2	3
<b>Тема 3</b> Вертикальне планування міських вулиць і доріг та їхня технічна експлуатація	1. Вертикальне планування міських вулиць і доріг методом проєктних профілів. 2. Проєктування міських вулиць методом червоних горизонталей. 3. Вертикальне планування вулиць з переломами у поздовжньому профілі та їхня технічна експлуатація. 4. Вертикальне планування вулиць на кривих малого радіуса та їхня технічна експлуатація. 5. Вертикальне планування вулиць з малими ухилами та їхня технічна експлуатація	1
<b>Тема 4</b> Вертикальне планування перехресть вулиць і доріг в одному рівні та їхня технічна експлуатація	1. Схеми проєктування перехресть та їхня технічна експлуатація. 2. Принципи вертикального планування перехресть вулиць і доріг в одному рівні та їхня технічна експлуатація. 3. Побудова червоних горизонталей на перехресті. 4. Побудова червоних горизонталей на тротуарній частині перехрестя. 5. Проєктування каналізованих перехресть та їхня технічна експлуатація	
<b>Тема 5</b> Вертикальне планування майданів та їхня технічна експлуатація	1. Класифікація майданів. 2. Основні принципи проєктування майданів та їхня технічна експлуатація. 3. Побудова червоних горизонталей на майданах	
<b>Тема 6</b> Проєктування транспортних розв'язок у різних рівнях та їхня технічна експлуатація	1. Типи транспортних перехрещень у різних рівнях та їхня технічна експлуатація. 2. Проєктування горизонтального і вертикального планування транспортних перехрещень у різних рівнях та їхня технічна експлуатація. 3. Побудова червоних горизонталей на транспортних розв'язках у різних рівнях	
<b>Змістовий модуль 2 Проєктування, технічна експлуатація і вертикальне планування інших міських територій</b>		
<b>Тема 7</b> Вертикальне планування кварталів та їхня технічна експлуатація	1. Загальні положення вертикального планування кварталів. 2. Вертикальне планування внутрішньо кварталних проїздів та їхня технічна експлуатація. 3. Вертикальне планування майданчиків різного призначення та їхня технічна експлуатація. 4. Вертикальне планування тротуарів, алеї і пішохідних доріжок, велосипедних доріжок та їхня технічна експлуатація. 5. Посадка будівлі на рельєф. 6. Проєктування на складному рельєфі	1

Продовження таблиці 2

1	2	3
<b>Тема 8</b> Автомобільні стоянки у містах та їхня технічна експлуатація	1. Класифікація автостоянок та їхня технічна експлуатація. 2. Розміщення стоянок на території міста. 3. Розрахунок потреби в автостоянках	
<b>Тема 9</b> Вертикальне планування реконструйованих територій та їхня технічна експлуатація	1. Вертикальне планування реконструйованих сельбищних територій та їхня технічна експлуатація. 2. Вертикальне планування реконструйованих міських вулиць та їхня технічна експлуатація	1
<b>Тема 10</b> Проектування територій промислових підприємств та їхня технічна експлуатація	1. Загальні вимоги до проектування територій промислових підприємств та їхня технічна експлуатація. 2. Вертикальне планування територій промпідприємств	
<b>Тема 11</b> Вертикальне планування територій зелених насаджень та їхня технічна експлуатація	1. Завдання вертикального планування територій зелених насаджень. 2. Вертикальне планування міських скверів і бульварів та їхня технічна експлуатація. 3. Вертикальне планування міських парків та їхня технічна експлуатація	1
<b>Тема 12</b> Підрахунок об'ємів земляних робіт	1. Способи підрахунку об'ємів земляних робіт	
<b>Змістовий модуль 3 Проектування та технічна експлуатація систем відведення поверхневих і підземних вод</b>		
<b>Тема 13</b> Організація стоку поверхневих вод з міських територій	1. Утворення та особливості стоку поверхневих вод у містах. 2. Системи водовідведення в містах та їхня технічна експлуатація. 3. Схеми зливової мережі. 4. Розміщення дощоприймальних і оглядових колодязів та їхня технічна експлуатація	1
<b>Тема 14</b> Затоплення міських територій	1. Водні басейни міста та їхнє містобудівне значення. 2. Фактори, що викликають затоплення міських територій. 3. Методи захисту міських територій від затоплення. 4. Влаштування дамб обвалування та їхня технічна експлуатація. 5. Суцільна підсипка міських територій та експлуатація підсипаних територій. 6. Технічна експлуатація регуляційних споруд 7. Регулювання стоку і витрат ріки	1

## Закінчення таблиці 2

1	2	3
<b>Тема 15</b> Благоустрій берегової смуги та технічна експлуатація берегоукріпних споруд	1. Укріплення берегових укосів та технічна експлуатація берегоукріпних споруд. 2. Міські набережні та їхня технічна експлуатація. 3. Міські пляжі та їхня технічна експлуатація	1
<b>Тема 16</b> Захист міських територій від підтоплення	1. Фактори, що викликають підтоплення міських територій 2. Аналіз наслідків підтоплення міських територій 3. Заходи боротьби з підтопленням 4. Технічна експлуатація дренажних споруд	1
<b>Інд. завдання (РГР)</b>	Технічна експлуатація під час вертикального планування міста	30
<b>Підсумковий контроль</b>	Екзамен	15
<b>Разом</b>		<b>53</b>

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Планування і забудова територій : ДБН Б.2.2–12:2019. – Чинний від 2019-09-01. – Київ : Мінрегіон України, 2019. – 179 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів : ДБН В.2.3-5-2018. – Чинний від 2018-09-01. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 61 с. – (Державні будівельні норми України).
3. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування : ДБН В.2.5-75:2013. – Чинний від 01.01.2014 р. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. – 207 с. (Державні будівельні норми України).
4. Линник І. Е. Інженерна підготовка територій населених місць: навч. посібник / І. Е. Линник. – Харків : ХНАМГ, 2004. – 337 с.
5. Проектування міських територій : підручник : [у 2 ч.] / [за ред. І. Е. Линник, О. В. Завального] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – Ч. II. – 544 с. (серія «Міське будівництво та господарство»).
6. Лукиных А. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского / А. А. Лукиных, Н. А. Лукиных. – М. : Стройиздат, 1974. – 156 с.

## *Виробничо-практичне видання*

Методичні рекомендації  
до організації самостійної роботи, проведення практичних занять, виконання  
розрахунково-графічної роботи  
з навчальної дисципліни

### **«ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ»**

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм  
навчання галузі знань 19 – Архітектура та будівництво  
зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія,  
освітня програма «Міське будівництво та господарство»)*

Укладач **ЛИННИК** Ірина Едуардівна,

Відповідальний за випуск *О. В. Завальний*  
*За авторською редакцією*  
Комп'ютерне верстання

План 2022, поз. 95М

---

Підп. до друку 08.06.2022. Формат 60 × 84/16.  
Електронне видання. Ум. друк. арк. 0,87.

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.  
Електронна адреса: office@kname.edu.ua  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 5328 від 11.04.2017.