

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

**Г. І. Благодарна,
М. В. Солодовник**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ
«МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ
НАДІЙНОСТІ ВК СИСТЕМ»**

*(для студентів 2-3 курсів денної і заочної форм навчання напрямів підготовки
6.060103– «Гідротехніка (Водні ресурси)», 0926 – «Водні ресурси»
спеціальності “Водопостачання і водовідведення”)*

**ХАРКІВ
ХНАМГ
2010**

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни «Математичні методи розв’язування задач надійності ВК систем» (для студентів 2-3 курсів денної і заочної форм навчання напрямів підготовки 6.060103 – «Тідротехніка (Водні ресурси)», 0926 – «Водні ресурси» спеціальності «Водопостачання і водовідведення») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Г. І. Благодарна, М. В. Солодовник - Х.: ХНАМГ, 2010.- 16 с.

Укладачі: Г.І. Благодарна,
М.В. Солодовник

Рецензент: доц. В.О. Ткачов

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення і очищення вод, протокол №1 від 28.08.2009 р.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Дисципліна «Математичні методи розв'язування задач надійності ВК систем» належить до циклу природничо-наукових (фундаментальних) дисциплін напрямку підготовки 6.060103 - «Гідротехніка» (Водні ресурси), і циклу професійних дисциплін 0926 - «Водні ресурси» спеціальності «Водопостачання і водовідведення».

Предметом вивчення дисципліни є математичні методи, які використовують при вирішенні інженерних задач, і способи їхнього застосування в галузі з метою підвищення технічного рівня впроваджуваних заходів і підвищення надійності й терміну служби об'єктів комунального господарства.

Метою вивчення дисципліни є підготовка фахівця, який буде володіти знаннями, пов'язаними з вирішенням питань експлуатації систем у галузі водопостачання та водопідготовки.

Дисципліна «Математичні методи розв'язування задач надійності ВК систем» містить 1 модуль, що складається з двох змістових модулів.

Основні завдання дисципліни полягають у формуванні знань і вмінь, які необхідні для виконання професійних завдань за фахом «Водопостачання і водовідведення».

Методичні вказівки призначені для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності 6.092600 «Водопостачання і водовідведення».

Вивчення дисципліни «Математичні методи розв'язування задач надійності ВК систем» ґрунтується на знаннях, отриманих студентами при вивченні курсів «Вища математика», «Техніка використання ЕОМ і системний аналіз», «Основи водопостачання, водовідведення та екології» – напрямку – 0926 Водні ресурси (спеціальності 6.092600- «Водопостачання і водовідведення»); Вища математика, «Техніка використання ЕОМ», «Міські інженерні мережі», Водопостачання і водовідведення – напрямку підготовки 6.060103 - «Гідротехніка» (Водні ресурси), спеціальності «Водопостачання і водовідведення».

Студентам необхідно вивчити курс відповідно до програми й тем, наведених у цих методичних вказівках. Для більш ґрунтового вивчення курсу кожна тема супроводжується питаннями для самоперевірки, на які необхідно відповісти й ретельно проробити.

Література, необхідна для вивчення курсу, наведена в додатку.

При вивченні дисципліни студенти повинні ознайомитися з останніми досягненнями вітчизняної і закордонної науки й техніки в галузі надійності інженерних систем комунального господарства. При цьому необхідно використовувати матеріали періодичних видань.

Для поглиблення теоретичних знань і використання їх при розв'язування практичних завдань передбачається проведення практичних занять за окремими темами.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен:

ЗНАТИ:

- Основні поняття й проблеми надійності;
- Основні елементи теорії ймовірностей і математичної статистики;
- Випадкові величини і закони їхнього розподілу;
- Найпростіші випадкові процеси;
- Деякі теореми теорії ймовірностей;
- Види показників надійності;
- Види резервування;
- Показники надійності відновлювальних і невідновлювальних елементів;
- Комплексні показники безвідмовності й ремонтпридатності;
- Надійність основних систем комунального господарства;
- Види порушень нормальної роботи системи;
- Основні положення та вимоги державних стандартів до надійності систем водопостачання та водовідведення;

УМІТИ:

- здійснювати контроль роботи споруд водопостачання з урахуванням їхньої надійності;

- аналізувати й приймати рішення з вибору технологічних рішень мереж, систем і споруд водопостачання і їхній розрахунок залежно від конкретних умов;
- дотримуватися технологічного режиму роботи систем водопостачання і вдосконалювати його;
- застосовувати теорію, методи, розрахунки мереж водопостачання і водовідведення населених пунктів і пром підприємств на практиці;
- визначати стан інженерних систем, термін їх працездатності за допомогою розрахунків.

Модуль 1. Математичні методи розв'язування задач надійності ВК систем

ЗМ 1.1. ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ І ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ВК СИСТЕМ

ТЕМА 1. Загальні відомості й проблеми надійності

Поняття надійності. Зміна технологічних характеристик системи та окремих її елементів у процесі експлуатації.

Питання для самоперевірки

1. Поняття надійності системи;
2. Вплив зміни технологічних характеристик системи і окремих її елементів на процеси експлуатації об'єктів.

ТЕМА 2 Вплив відмов на показники якості функціонування систем водопостачання і водовідведення

Вплив надійності систем комунального господарства на термін їхньої служби і ефективність роботи.

Основні положення і вимоги стандартів щодо надійності систем водопостачання та водовідведення.

Питання для самоперевірки.

1. Фактори впливу систем комунального господарства на термін їхньої служби і ефективність роботи;
2. Поняття відмови системи;
3. Основні стандарти надійності систем комунального господарства, основні положення.

ТЕМА 3. Випадкові величини і закони їх розподілу.

Випадкова величина. Дискретна та безперервна випадкова величина.

Дисперсія. Математичне очікування.

Середньоквадратичне відхилення.

Основні закони розподілу випадкових величин.

Питання для самоперевірки

1. Поняття випадкової величини;
2. Дискретна випадкова величина і функція її розподілу;
3. Безперервна випадкова величина і функція її розподілу;
4. Дисперсія, функція її розподілу;
5. Математичне очікування;
6. Середньоквадратичне відхилення і його залежність від дисперсії;
7. Закони розподілу випадкових величин.

ТЕМА 4. Основні теоретичні закони розподілу випадкових величин

Нормальний розподіл.

Біноміальний розподіл.

Експоненціальний закон.

Розподіл Пуассона.

Питання для самоперевірки

1. Сутність нормального розподілу;
2. Процеси Пуассона його застосування на практиці;
3. Особливості застосування експоненціального закону;
4. Біноміальний розподіл, його застосування на практиці.

ТЕМА 5. Загальні принципи підвищення надійності. Види резервування

Поняття елемента, поняття системи.

Види сполучень елементів: послідовне і паралельне.

Основні шляхи підвищення надійності системи.

Види резервування.

Поняття кратності резервування. Класифікація резервування за способом включення.

Питання для самоперевірки

1. Відмінності елемента і системи;
2. Який вид сполучення - паралельне або послідовне є найбільш надійним і чому;
3. Як здійснюється підвищення надійності системи;

4. Основні види резервування;
5. Кратність резервування;
6. Класифікація резервування за способом включення.

ТЕМА 6. Спостереження і оцінка їх результатів

Найбільше і найменше значення вимірів.

Інтервал (варіація) виміру.

Медіана. Побудова діаграми диференціального розподілення.

Відносна частота розподілення.

Визначення ймовірності влучення виміру в інтервал.

Функція розподілу щільності ймовірностей.

Визначення максимального значення (моди) розподілу.

Питання для самоперевірки

1. Поняття параметра і статистики;
2. Визначення інтервалу (варіації) виміру;
3. Визначення середини інтервалу;
4. Медіана
5. Спостережувана частота;
6. Визначення відносної і накопиченої частоти вимірів;
7. Основні принципи побудови діаграми диференціального розподілу;
8. Визначення моди розподілу.

ЗМ 1.2. АНАЛІЗ УМОВ Й ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ РОБОТИ МЕРЕЖ І СПОРУД СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ; ПЕРЕДОВИЙ ДОСВІД І ПРОГРЕСИВНІ МЕТОДИ З ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ОБ'ЄКТІВ.

ТЕМА 7. Показники надійності технічних систем

Надійність як комплексний показник, що включає безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, зберігаємість і ефективність об'єкта.

Види станів, в яких можуть перебувати об'єкти.

Класифікація відмов за часом виникнення, за характером виникнення, по зв'язку між собою.

Класифікація Е.С. Переверзева.

Одиничні й комплексні показники надійності.

Питання для самоперевірки

1. Поняття безвідмовності;
2. Поняття довговічності;
3. Поняття ремонтпридатності;
4. Поняття зберігаємість;
5. Поняття ефективності;
6. Справний, несправний, граничний стан об'єкта;
7. Аварійний, кризовий, ремонтний, стан об'єкта;
8. Надзвичайна ситуація, повна відмова.
9. Класифікація відмов за часом і характером виникнення;
10. Класифікація відмов в залежності від причин виникнення;
11. Основні принципи класифікації Е.С. Переверзева.

ТЕМА 8. Показники надійності невідновлювальних елементів

Поняття невідновлювальних елементів.

Імовірність безвідмовної роботи і її визначення.

Імовірність відмови і її взаємозв'язок з ймовірністю безвідмовної роботи.

Частота відмов.

Інтенсивність відмов, її визначення виходячи із частоти відмови та ймовірності безвідмовної роботи.

Функція надійності; ймовірність появи відмови за законом Пуассона.

Середнє напрацювання до першої відмови.

Питання для самоперевірки

1. Визначення ймовірності безвідмовної роботи;
2. Визначення ймовірності відмови і його взаємозв'язок з імовірністю безвідмовної роботи;
3. Визначення частоти відмови;
4. Способи визначення інтенсивності відмови;
5. Визначення напрацювання до першої відмови.

ТЕМА 9. Показники надійності відновлюваних елементів. Комплексні показники безвідмовності та ремонтпридатності

Поняття відновлюваних елементів.

Параметр потоку відмов (середня частота відмов). Характерна залежність інтенсивності зношування від часу експлуатації. Період прироблення, період нормальної роботи, період старіння та зношування.

Напрацювання на відмову.

Визначення коефіцієнта готовності і його застосування для систем з перервами в роботі.

Коефіцієнт простою і його визначення.

Питання для самоперевірки

1. Наведіть приклад відновлюваного елемента;
2. Поняття параметра потоку відмов;
3. Основні відмінності інтенсивності відмови та параметру потоку відмов;
4. Побудова характерної залежності інтенсивності зношування від часу експлуатації;
5. Визначення напрацювання на відмову;
6. Коефіцієнт готовності і його визначення;
7. Коефіцієнт простою.

ТЕМА 10. Показники ремонтпридатності елементів

Основні параметри ремонтпридатності.

Визначення ймовірності відновлення і невідновлення.

Частота відновлення і її визначення.

Інтенсивність відновлення.

Середній час відновлення.

Питання для самоперевірки

1. Поняття ймовірності відновлення;
2. Відношення ймовірності відновлення та ймовірності невідновлення;
3. Визначення частоти відновлення;
4. Основний показник ремонтпридатності елементів технічних систем і його визначення;
5. Визначення середнього часу відновлення і його застосування на практиці.

ТЕМА 11. Надійність основних систем комунального господарства

Надійність водозабірних споруд;

Надійність насосних станцій;

Надійність водопровідних очисних споруд;

Надійність каналізаційних систем.

Надійність водогінних мереж.

Питання для самоперевірки

1. Основні принципи підвищення надійності водозабірних споруд;
2. Фактори, що впливають на надійність водозаборів;
3. Розподіл відмов насосів між механічною та електричною частиною;
4. Основні причини відмови водогонів;
5. Визначення середньої кількості води, що подається очисними спорудами з урахуванням надійності.
6. Розподіл впливу різних факторів на частоту аварій каналізаційних мереж.

ТЕМА 12. Корозія бетонних каналізаційних трубопроводів під впливом біологічного фактора в умовах експлуатаційного середовища

Основні фактори, що впливають на характер і швидкість протікання корозійних процесів.

Стадії біоруйнування каналізаційних труб.

Схема біохімічного утворення агресивного середовища.

Зниження впливу біологічної корозії при експлуатації каналізаційних трубопроводів:

- Пригнічення сульфатредукції;
- Введення реагентів;
- Насичення стічних вод киснем повітря;
- Підвищення корозійної стійкості бетону труб;
- Осушення своду труб;
- Надання біоцидних властивостей поверхні труб;
- Підвищення корозійної стійкості бетонних труб флюатіруванням;
- Використання мастичних покриттів на основі еластомерів;
- Застосування хімічно стійких матеріалів.

Питання для самоперевірки

1. Аналіз основних факторів, що впливають на характер і швидкість протікання корозійних процесів;
2. Основні стадії і схеми біоруйнування каналізаційних труб;
3. Шляхи зниження впливу біологічної корозії;
4. Підвищення корозійної стійкості бетону труб.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Найманова А.Я., Насонкина Н.Г.и др. Основы надежности инженерных систем коммунального хозяйства. – Донецк: ИЕП НАН Украины 2001. - 152 с.
2. Абрамов Н.Н. – Надежность систем водоснабжения: - М. Стройиздат 1979. - 232 с.

- 3 Душкин С.С., М.В. Солодовник, Г.И. Благодарная, О.В. Булгакова. «Математические методы решения задач надежности ВК систем». Раздел I. «Основы надежности инженерных систем» – Х.: ХНАГХ, 2006.
4. Душкин С.С., М.В. Солодовник, Г.И. Благодарная, О.В. Булгакова. Методические указания к курсовому проекту и практическим занятиям по курсу «Математические методы решения задач надежности ВК систем». – Х.: ХНАГХ, 2006.

ДОДАТОК

Завданням на контрольну роботу передбачаються відповіді на запитання для самостійного вивчення

№ за списком	Номер теми											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	4	5		9	-	-	-	-	2
2	-	1	-	-	-	2	-	-	3	-	7	-
3	-	-	1	2	-	-	10	-	-	1	-	-
4	-	2	-	-	2	-	-	-	7	-	-	3
5	-	-	-	1	-	1	9	-	6	-	2	
6	-	3	-	-	-	3	9	-	6	-	-	-
7	-	-	4	-	-	7	-	5		2	-	5
8	-	-	-	-	1	4	3	-	4	-	-	-
9	-	3	2	3	-	-	-	-	-	-	3	-
10	2	-	-	-	-	5	11	4	-	-	-	-
11	-	-	-	4	-	3	-	-	2	2	-	-
12	1	-	-	-	3	-	-	2	-	-	-	-
13	2	-	5	-	-	7	2	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	5	-	3	4	-	-	4
15	-	2	-	-	-	8	-	-	-	4	5	-
16	-	-	4	3	-	-	5	-	1	-	-	-
17	-	-	7	-	4	6	-	1	-	-	-	-
18	-	-	3	-	-	-	7	5	-	-	1	-
19	1	-	-	-	-	8	1	-	-	-	-	3
20	-	3	-	-	-	7	-	-	-	5	6	-
21	-	1	6	-	-	-	2	-	5	-	-	-
22	-	-	-	-	6	-	6	-	-	3	-	1
23	-	-	7	2	-		12	-	-	4	-	-
24	-	3	-	-	-	-	4	4	-	5	-	-
25	-	-	6		2	-	5	-	5	-	-	-

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ.....	3
ЗМ 1.1. ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ І ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ВК СИСТЕМ.....	6
ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ Й ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ.....	6
ТЕМА 2 ВПЛИВ ВІДМОВ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ І ВОДОВІДВЕДЕННЯ.....	6
ТЕМА 3. ВИПАДКОВІ ВЕЛИЧИНИ І ЗАКОНИ ЇХ РОЗПОДІЛЕННЯ.....	6
ТЕМА 4. ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ЗАКОНИ РОЗПОДІЛЕННЯ ВИПАДКОВИХ ВЕЛИЧИН.....	7
ТЕМА 5. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ. ВИДИ РЕЗЕРВУВАННЯ.....	7
ТЕМА 6. СПОСТЕРЕЖЕННЯ І ОЦІНКА ЇХ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	8
ЗМ 1.2. АНАЛІЗ УМОВ Й ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ РОБОТИ МЕРЕЖ І СПОРУД СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ; ПЕРЕДОВИЙ ДОСВІД І ПРОГРЕСИВНІ МЕТОДИ З ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ОБ'ЄКТІВ.....	9
ТЕМА 7. ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ.....	9
ТЕМА 8. ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ НЕВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....	9
ТЕМА 9. ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ. КОМПЛЕКСНІ ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ.....	10
ТЕМА 10. ПОКАЗНИКИ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ.....	11
ТЕМА 11. НАДІЙНІСТЬ ОСНОВНИХ СИСТЕМ КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА.....	11
ТЕМА 12. КОРОЗІЯ БЕТОННИХ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ТРУБОПРОВІДІВ ПІД ВПЛИВОМ БІОЛОГІЧНОГО ФАКТОРА В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	12
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	12
ДОДАТОК.....	14

Навчальне видання

БЛАГОДАРНА Галина Іванівна,
СОЛОДОВНИК Марія Володимирівна

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни
«Математичні методи розв’язування задач надійності ВК систем» (для
студентів 2-3 курсів денної і заочної форм навчання напрямів підготовки
6.060103 – “Гідротехніка (Водні ресурси)”, 0926 – «Водні ресурси»
спеціальності “Водопостачання і водовідведення”)

Редактор *М.З. Аляб'єв*

План 2009, поз. 138 М

Підп. до друку 24.09.09	Формат 60x84 1 /16	Папір офісний
Друк на ризографі.	Умовн.-друк. арк. 0,7	
Зам. №	Тираж 100 пр.	

Видавець і виготовлювачі
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб’єкта видавничої справи:
ДК №731 від 19.12.2001