

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
імені О.М. БЕКЕТОВА

Кафедра водопостачання, водовідведення і очищення вод

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету



(Ткачов В.О.)

2014 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ НАДІЙНОСТІ
ВОДОПРОВІДНО-КАНАЛІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ»

галузь знань 0601 «Будівництво і архітектура»

напрямок підготовки 6.060103 – “Гідротехніка (Водні ресурси)”

фахове спрямування Рациональне використання і охорона водних ресурсів

факультет Інженерної екології міст

2014– 2015 НАВЧАЛЬНИЙ РІК

Робоча програма «Математичні методи розв'язування задач надійності водопровідно-каналізаційних систем» для студентів за напрямом підготовки 6.060103 – «Гідротехніка (Водні ресурси)» (фахове спрямування «Рациональне використання і охорона водних ресурсів»)

Розробники: доц., к.т.н. Дегтяр М.В.



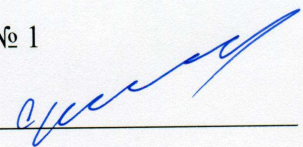
Робочу програму схвалено **на засіданні** кафедри Водопостачання, водовідведення і очищення вод

Протокол від «28» 08 2014 року № 1

Завідувач кафедри  (проф. Душкін С.С.)

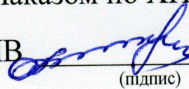
Робочу програму схвалено **на засіданні випускової** кафедри Водопостачання, водовідведення і очищення вод

Протокол від «28» 08 2014 року № 1

Завідувач випускової кафедри  (проф. Душкін С.С.)

Програма відповідає формі Робочої програми навчальної дисципліни, що затверджена Наказом по ХНУМГ ім. О.М. Бекетова від 24 лютого 2014 р. №46-01.

Методист НМВ


(підпис)

(С.С. Душкін)

(ІПБ)

«07» 11 2014 р.

© ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2014 рік

© Дегтяр М.В., 2014 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників ↓↓↓	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 4	Нормативна	Рік (роки) підготовки	
		2-й	2-й
		Семестр(и)	
		4-й	4-й
Загальна кількість годин – 144	Галузь знань 0601 «Будівництво і архітектура» Напрямок підготовки 6.060103 – “Гідротехніка (Водні ресурси)”	Лекції:	
Модулів – 1		30 год.	6 год.
		Практичні, семінарські:	
Змістових модулів (ЗМ) – 3		15 год.	6 год.
		Лабораторні:	
		15 год.	6 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4 Індивідуальне (науково-дослідне) завдання (ІЗ) КР «Визначення надійності роботи водопровідно-каналізаційних систем»	Фахове спрямування Рациональне використання і охорона водних ресурсів Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Самостійна робота:	
		84 год.	128 год.
		Індивідуальні завдання:	
		36 год.	36 год.
		Вид контролю:	
		екзамен 4-й семестр	екзамен 4-й семестр

Питома вага кількості аудиторних годин в загальному обсязі дисципліни становить:

для денної форми навчання – 41,6%,

для заочної форми навчання – 11,1%.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета забезпечення майбутніх фахівців знаннями та уміннями, необхідними при розв'язуванні інженерних задач, для прийняття вірних проектних та технологічних рішень, з урахуванням математичної складової та зважаючи на елементи теорії ймовірності, та для успішного виконання у майбутньому своїх функціональних обов'язків.

Завдання Основними завданнями, що мають бути вирішені в процесі викладення дисципліни, є оволодіння студентами наступними питаннями і навичками:

- основні поняття і проблеми надійності ВК систем;
- визначення стану інженерних систем, терміну їх працездатності за допомогою розрахунків;
- вміння застосовувати, отримані за допомогою розрахунків, експлуатаційні параметри на практиці;
- методи дослідження і оптимізації основних вихідних параметрів роботи інженерних систем;
- основні положення та вимоги державних стандартів до надійності систем водопостачання і водовідведення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни **студент повинен знати:** .

- технічну і нормативну літературу;
- обчислювальну техніку і застосовувати її при розрахунках;
- основні положення та вимоги державних стандартів до надійності систем водопостачання і водовідведення.
- державні нормативні матеріали;
- основні поняття надійності водопровідно-каналізаційних систем;
- моделі розподілень, що використовуються в теорії надійності.
- основні закони розподілення випадкових величин

вміти:

- з використанням нормативних документів здійснювати методів та способів підвищення надійності систем;
- застосовувати отримані знання для забезпечення безпеки і надійності систем комунального господарства;
- використовувати основні моделі розподілення в теорії надійності на практиці та при проведенні розрахунків;
- аналізувати основні причини зниження надійності роботи водопровідно-каналізаційних систем, вирішувати завдання щодо її підвищення;
- визначати основні показники надійності відновлювальних та не відновлювальних систем;

мати компетентності: в умовах виробничої діяльності використовувати сучасні методи визначення технічного стану мереж, споруд і обладнання комунальних систем; оцінювати надійність роботи мереж, використовувати математичні методи прогнозування, застосовувати елементи теорії ймовірності.

3. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1. Математичні методи розв'язування задач надійності водопровідно-каналізаційних систем.

ЗМ 1. Основні визначення і проблеми надійності ВК систем

Тема 1. Загальні відомості і проблеми надійності.

Поняття надійності. Фізичний зміст надійності. Поняття системи. Поняття об'єкту. Властивості, події, стани. Безвідмовність. Довговічність. Ремонтопридатність. Ефективність. Зберігаємість. Справний, несправний стан. Працездатний стан. Граничний стан.

Тема 2. Вплив відмов на показники якості функціонування систем водопостачання і водовідведення.

Аварійний стан. Кризовий стан. Ремонтний стан. Відмова. Повна відмова. Ушкодження. Відмови системи. Перебування системи в стані неповної працездатності. Відмова природних джерел води. Відмова системи енергопостачання. Відмова системи матеріального обслуговування. Закономірність виникнення відмов та періоди роботи об'єкту. Період монтажу й пуску. Період нормальної роботи. Період граничного стану. Залежність інтенсивності відмов від природних умов. Безвідмовність. Класифікація відмов за часом виникнення. Класифікація відмов за характером виникнення. Класифікація відмов по зв'язку між собою. Класифікація відмов за причиною виникнення. Класифікація відмов за Є.С. Переверзіним. Класифікація відмов, пов'язаних з людьми. Відмови за рівнем шкоди.

Тема 3. Випадкові величини і закони їх розподілення.

Функції розподілення щільності ймовірності. Дискретні та неперервні випадкові величини. Ряд розподілення випадкових величин. Математичне очікування випадкових величин. Дисперсія. Біноміальний розподіл. Розподіл Пуассона. Нормальний або гаусовий розподіл. Використання експонентного закону розподілу. Математичне очікування безперервних випадкових величин. Математичне очікування за біноміального розподілу. Дисперсія дискретних випадкових величин. Дисперсія безперервних випадкових величин.

Тема 4. Спостереження і оцінка їх результатів

Генеральна сукупність. Вибірка обсягу. Параметри та статистики. Математичне очікування. Інтервал значень, медіана, частота події, ймовірність події, дисперсія. Інтервал або варіація спостереження. Середина інтервалу. Спостережувана частота. Накопичена частота. Ймовірність потрапляння виміру усередину певного інтервалу. Мода розподілу. Функція розподілу щільності ймовірностей. Побудова гістограми інтегрального розподілу. Побудова діаграми диференціального розподілу.

Тема 5. Загальні принципи підвищення надійності. Види резервування

Обчислення показників надійності систем залежно від виду з'єднання елементів (структури, конфігурації) у системі. Послідовне та паралельне з'єднання. Шляхи підвищення надійності систем. Види резервування. Загальне резервування. Роздільне резервування. Кратність резервування. Резервування за способом включення. Постійне резервування. Заміщене резервування. Стани резервних

елементів при заміщенні. Полегшений стан. Навантажений стан. Ненавантажений стан. Тимчасове резервування.

Тема 6. Показники надійності технічних систем

Види показників (параметрів) надійності. Невідновлювальні об'єкти. Відновлювальні об'єкти. Одиничні й комплексні показники надійності. Показники надійності не відновлювальних елементів. Ймовірність безвідмовної роботи. Ймовірність відмови. Частота відмов. Інтенсивність відмов. Залежність інтенсивності відмов і ймовірності безвідмовної роботи. Середній наробіток до першої відмови або середній час безвідмовної роботи. Показники надійності відновлюваних елементів. Параметр потоку відмов. Три характерні періоди інтенсивності відмов. Період припрацювання. Період початку старіння й зношування. Період старіння. Характерна залежність інтенсивності зношування від часу експлуатації. Наробіток на відмову. Комплексні показники безвідмовності й ремонтпридатності. Коефіцієнт готовності. Коефіцієнт простою. Ймовірність відновлення. Ймовірність не відновлення. Частота відновлення. Інтенсивність відновлення. Середній час відновлення.

ЗМ 2. Аналіз умов та основні принципи роботи мереж і споруд систем водопостачання та водовідведення; Передовий досвід та прогресивні методи з підвищення надійності роботи об'єктів

Тема 7. Забезпечення безпеки та стабільності роботи систем водопостачання.

Порівняльний аналіз відмов і порушень в роботі систем водопостачання.

Водопровідні мережі та споруди. Аналіз відмов та порушень в роботі водоочисних споруд та систем подачі води. Аналіз вимог та правил по нормуванню експлуатаційних заходів для систем водопостачання. Основні положення та заходи по забезпеченню безпеки експлуатаційної діяльності систем водопостачання. Порядок проведення паспортизації та інвентаризації споруд. Проведення оцінки та контролю показників надійності споруд водопостачання. Окремих споруд та обладнання водопостачання. Порядок проведення заходів по визначенню фактичного технічного стану системи подачі та розподілення води окремих споруд.

Тема 8. Забезпечення безпеки та надійності систем водопостачання в період проектування та будівництва.

Загальні вимоги до проектування. Загальні вимоги до будівництва систем водопостачання. Сучасний монтаж систем водопостачання. Забезпечення надійності систем водопостачання. Надійність водозабірних споруд. Планування розвитку систем водопостачання. Підтримання надійності систем та об'єктів при експлуатації. Використання оцінки якості експлуатації при планування робіт по вдосконаленню технічної експлуатації.

Тема 9. Сучасні методи будівництва та реконструкції водопровідних мереж та споруд.

Вибір матеріалу труб для проектування водопровідних мереж. Відкритий спосіб ремонту. Безтраншейний спосіб ремонту. Класифікація безтраншейних методів.

«Труба в трубі». «Руйнація». Метод «панчоха». «U-лайнер». Локальний ремонт.

Метод горизонтального буріння. Попередня підготовка трубопроводів. Гідравлічне очищення внутрішньої поверхні трубопроводу, що ремонтується. Телевізійна інспекція очищеної поверхні для прийняття рішення, щодо способу та методу ремонту. Обладнання для реалізації способів безтраншейного ремонту.

Тема 10. *Основні параметри надійності каналізаційних мереж.*

Довговічність. Частота аварій. Вплив різноманітних факторів на довговічність каналізаційних мереж (за І.О. Абрамовичем). Вплив різноманітних факторів на частоту аварій каналізаційних мереж. Шляхи підвищення надійності каналізаційних мереж. Кільцювання та дублювання мереж. Надійність та безаварійність каналізаційних тоннелей. Категорії каналізаційних тоннелей. Оцінка факторів аварійності тоннелей. Графік проведення поточного та капітального ремонту. Показники капітальності каналізаційних тоннелей.

Тема 11. *Основні причини зниження надійності каналізаційних мереж. Підвищення надійності та довговічності роботи мереж водовідведення за рахунок санації.*

Фактори, що впливають на надійність систем водовідведення. Випадкові та прогнозовані фактори. Основні причини відмови мереж. Механічні пошкодження. Корозійні пошкодження. Розриви стиків. Відмови арматури. Проектні, технологічні, будівельні і експлуатаційні фактори надійності і довговічності. виключення ризику аварій на колекторах. Поліпшення гідравлічного функціонування колекторів. Поліпшення фізичного стану колекторів. Зниження витрат на ремонт мереж, енерговитрат, скорочення термінів виконання робіт.

Тема 12. *Зниження надійності каналізаційних мереж внаслідок корозії трубопроводів.*

Основні закономірності корозійних руйнувань бетонних і залізобетонних самотливих колекторів. Основні причини виникнення агресивного середовища в трубопроводі. Хімізм корозії бетонних трубопроводів. Стадії біоруйнування каналізаційних труб. Етапи утворення агресивного середовища та їх вплив на матеріал труб. Заходи по захисту трубопроводів. Заходи по зниженню агресивності стічних вод. Натурні обстеження аварійних каналізаційних мереж. Склад і концентрація забруднень у стічних водах різних підприємств та їх вплив на каналізаційну мережу.

Структура навчальної дисципліни

Змістові модулі та теми	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
лек		лаб	пр/сем	срс	лек		лаб	пр/сем	срс	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
МОДУЛЬ 1. Надійність водопровідно-каналізаційних систем (семестр 5)						Надійність водопровідно-каналізаційних систем (семестр 4)				
Змістовий модуль 1. Основні визначення і проблеми надійності ВК систем										
Тема 1.	9	2	-	-	7	9	-	-	-	9
Тема 2.	9	3	-	2	4	9	1	-	1	7
Тема 3.	9	3	2	2	2	9	-	2	-	7
Тема 4.	9	2	4	1	2	9	-	2	1	6
Тема 5.	9	2	-	1	6	9	1	-	-	8
Тема 6.	9	2	2	2	3	9	1	-	1	7
Разом за ЗМ 1	54	14	8	8	24	54	3	4	3	44
Змістовий модуль 2. Аналіз умов та основні принципи роботи мереж і споруд систем водопостачання та водовідведення; Передовий досвід та прогресивні методи з підвищення надійності роботи об’єктів										
Тема 7.	9	3	-	-	6	9	-	-	-	9
Тема 8.	9	2	2	2	3	9	-	2	-	7
Тема 9.	9	2	3	2	2	9	1	-	1	7
Тема 10.	9	3	-	1	5	9	1	-	-	8
Тема 11.	9	3	2	1	3	9	-	-	2	7
Тема 12.	9	3	-	1	5	9	1	-	-	8
Разом за ЗМ 2	54	16	7	7	24	54	3	2	3	46
Індивідуальне завдання - Курсова робота . «Підвищення надійності роботи ВК систем»										
Інд. завдання (ІЗ) Курсова робота	36	-	-	-	36	36	-	-	-	36
Усього годин	144	30	15	15	84	144	4	6	6	126

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
ЗМ 1. Основні визначення і проблеми надійності ВК систем			
1	Тема 1. Загальні відомості і проблеми надійності.	-	-
2	Тема 2. Вплив відмов на показники якості функціонування систем водопостачання і водовідведення.	2	1
3	Тема 3. Випадкові величини і закони їх розподілення.	2	-
4	Тема 4. Спостереження і оцінка їх результатів	1	1
5	Тема 5. Загальні принципи підвищення надійності. Види резервування	1	-
6	Тема 6. Показники надійності технічних систем	2	1
Разом за ЗМ 1		8	3
ЗМ 2. Аналіз умов та основні принципи роботи мереж і споруд систем водопостачання та водовідведення; Передовий досвід та прогресивні методи з підвищення надійності роботи об'єктів			
7	Тема 7. Забезпечення безпеки та стабільності роботи систем водопостачання.	-	-
8	Тема 8. Забезпечення безпеки та надійності систем водопостачання в період проектування та будівництва.	2	-
9	Тема 9. Сучасні методи будівництва та реконструкції водопровідних мереж та споруд.	2	1
10	Тема 10. Основні параметри надійності каналізаційних мереж.	1	-
11	Тема 11. Основні причини зниження надійності каналізаційних мереж. Підвищення надійності та довговічності роботи мереж водовідведення за рахунок санації.	1	2
12	Тема 12. Зниження надійності каналізаційних мереж внаслідок корозії трубопроводів.	1	-
Разом за ЗМ 2		7	3
Усього годин		15	6

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
ЗМ1. Основні визначення і проблеми надійності ВК систем			
1	Визначення показників дефектності прокладання трубопроводів	2	2
2	Спостереження за об'єктами водопостачання для визначення їх працездатності.	4	2
3	Визначення показників надійності відновлювальних елементів.	2	-
Разом за ЗМ 1		8	4
ЗМ 2. . Аналіз умов та основні принципи роботи мереж і споруд систем водопостачання та водовідведення; Передовий досвід та прогресивні методи з підвищення надійності роботи об'єктів.			
4	Проведення експертних оцінок при розрахунках потоків відмов трубопроводів	2	2
5	Використання сучасних методів будівництва та реконструкції водопровідних мереж.	3	-
6	Підвищення надійності та довговічності роботи мереж водовідведення за рахунок санації.	2	-
Разом за ЗМ 2		7	-
	Всього	15	6

7. Самостійна робота

№ з/п	Форми самостійної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
ЗМ 1. Основні визначення і проблеми надійності ВК систем			
1	Тема 1. Загальні відомості і проблеми надійності.	7	9
2	Тема 2. Вплив відмов на показники якості функціонування систем водопостачання і водовідведення.	4	7
3	Тема 3. Випадкові величини і закони їх розподілення.	2	7
4	Тема 4. Спостереження і оцінка їх результатів	2	6
5	Тема 5. Загальні принципи підвищення надійності. Види резервування	6	8
6	Тема 6. Показники надійності технічних систем	3	7
Разом за ЗМ 1		24	44
ЗМ 2. Аналіз умов та основні принципи роботи мереж і споруд систем водопостачання та водовідведення; Передовий досвід та прогресивні методи з підвищення надійності роботи об'єктів			
7	Тема 7. Забезпечення безпеки та стабільності роботи систем водопостачання.	6	9
8	Тема 8. Забезпечення безпеки та надійності систем водопостачання в період проектування та будівництва.	3	7
9	Тема 9. Сучасні методи будівництва та реконструкції водопровідних мереж та споруд.	2	7
10	Тема 10. Основні параметри надійності каналізаційних мереж.	5	8
11	Тема 11. Основні причини зниження надійності каналізаційних мереж. Підвищення надійності та довговічності роботи мереж водовідведення за рахунок санації.	3	7
12	Тема 12. Зниження надійності каналізаційних мереж внаслідок корозії трубопроводів.	5	8
Разом за ЗМ 2		24	46
Усього годин		48	90
Індивідуальне завдання – курсова робота		36	36
Усього годин		84	126

9. Індивідуальні завдання (ІЗ)

Навчальним планом передбачено виконання курсової роботи (КР). Виконання КР необхідне для систематизації, закріплення та розширення теоретичних і практичних знань з дисципліни. Тема курсової роботи «Визначення надійності роботи водопровідно-каналізаційних систем».

Мета роботи – оволодіння і закріплення студентами навичок вирішення практичних занять та самостійна робота з додатковою літературою при виконанні теоретичної частини. Курсова робота складається з двох частин: теоретичної та розрахункової.

Під час виконання курсової роботи студенти використовують отримані під час лекційних і практичних занять знання, що дозволяє підсумувати отримані практичні знання шляхом застосування відповідних способів розв'язування, та відповідають на теоретичні питання, використовуючи навички роботи з довідковою та науково-технічною літературою. Робота виконується за допомогою ПЕОМ, що дозволяє студентам закріпити знання редактора формул та деякі графічні програми.

Приблизний обсяг пояснювальної записки 20-25 стор.

10. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні, репродуктивні (пояснювально-ілюстративні з використанням мультимедійного забезпечення).

Розв'язування задач, конспектування лекцій, самостійна робота

11. Методи контролю

Письмовий контроль (контрольні роботи), тестування (з використанням можливостей дистанційного навчання) . Практична перевірка умінь і навичок зокрема щодо користування лабораторним обладнанням та фаховим інструментарієм. Розв'язання задач.

Підсумковий контроль- екзамен (письмовий)

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Для екзамену

Поточна атестація та самостійна робота													Підсумковий контроль (екзамен)	Сума
ЗМ 1						ЗМ 2						ІЗ (КР)		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12		20%	30%
3	5	5	4	5	4	3	4	5	4	5	3			
26						24								
70%														

Для виконання курсової роботи

Хід виконання проекту (роботи)		Оформлення та захист проекту (роботи)				Сума
Розділ 1	Розділ 2	Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Презентація	Захист проекту (роботи)	
20	40	10	5	5	20	100%
60%		40%				

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС
	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики, диф. заліку	для заліку	
90-100	відмінно	зараховано	A
82-89	добре		B
74-81			C
64-73			D
60-63	задовільно		E
35-59	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання	Fx
0-34	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	F

13. Методичне забезпечення

1. ... Методичні вказівки для проведення практичних занять, лабораторних робіт, виконання курсової роботи та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Надійність водопровідно-каналізаційних систем»(для студентів 3 курсу денної і 2 курсу заочної форми навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» (спец. «Водопостачання та водовідведення»)). Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М.Бекетова; уклад.: М.В. Дегтяр. – Х. : ХНУМГ, 2014. – в рукопису.

3. 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)”, спеціальності “Водопостачання і водовідведення”)). Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Г. І. Благодарна, М. В. Солодовник - Х.: ХНАМГ, 2010.- 16 с.

4. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Математичні методи розв’язування задач надійності водопровідно- каналізаційних систем" Укл.: Г.І. Благодарна, М.В. Солодовник, О.В. Булгакова. - Харків: ХНАМГ, 2008. - 28 с.

5. Методические указания к курсовому проекту и практическим занятиям по курсу «Математические методы решения задач надежности водопроводно-канализационных систем». Сост.: Душкин С.С, Солодовник М.В., Благодарная Г.И., Булгакова О.В.,- Харьков: ХНАГХ, 2005.- 24.с.

6. Математические методы решения задач надежности водопроводно-канализационных систем. Раздел I. Основы надежности инженерных систем. Сост. Душкин, С.С., Солодовник, М.В., Благодарная, Г.И., Булгакова, О.В. Харьков: ХНАГХ, 2006.- 56 с.

...

14. Рекомендована література

Базова

1. ... 1. А.Я. Найманов, Н.Г. Насонкина, В.Н. Маслак, Н.И. Зотов. Основы надежности инженерных систем коммунального хозяйства.- Донецк ИЭП НАН Украины, 2001.-152 с.

2. Меженский А.Н., Насонкина Н.Г. и др.- Методическое руководство по обоснованию надежности и технологичности внешних сетей водоснабжения и канализации при комплексном проектировании, управлении проектами и инженерным мониторингом.- Луганск: ВЛУ, 2004. – 140 с.

3. В.Н.Азарсков. Надежность систем управления и автоматики. Учебное пособие – К.: НАУ, 2004. – 164с.

4. Волкович В.Л. Модели и методы оптимизации надежности сложных систем – К.:

Наукова думка, 1993. – 311с.

5. Математические методы решения задач надежности водопроводно-канализационных систем. Раздел I. Основы надежности инженерных систем. Сост. Душкин, С.С., Солодовник, М.В., Благодарная, Г.И., Булгакова, О.В. Харьков: ХНАГХ, 2006.- 56 с.
 6. С.С. Душкин, Н.И. Куликов, Г.Я. Дрозд Эксплуатация водоотводящей сети. – Харьков: ХДАМГ, 1999.-229 стр.
 7. М. Б. Захаревич. Повышение надежности работы систем водоснабжения на основе внедрения безопасных форм организации их эксплуатации и строительства: Учебное пособие - СПбГАСУ. – СПб., 2011. – 62 с
- ...

Допоміжна

1. 1. ... Водоснабжение. Наружные сети и сооружения: СНиП 2.04.02-84: утв. Госстроем СССР 27.07.84: ввод в действие с 1.01.85. - М.: Госстрой, 1986. – 136 с.
 2. ДБН В.2.5 - 74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. (проект)
 3. Корінько І.В., Колотило М.І., Колотило А.Н., Ярошенко Ю.В. та ін. труби., фасонні деталі, арматура та обладнання систем зовнішнього водопостачання і каналізації: Довідковий посібник. – Харків: Митець, 2004. – 480 с.
 4. Фрог Б.Н. Водоподготовка: Учебн. пособие для вузов / Б.Н.Фрог, А.П.Левченко. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 680 с.
 5. Гнеденко Б.В., Хинчин А.Я. Элементарное введение в теорию вероятностей. - М.: Наука, 1982 – 156 с.
 6. Статистические задачи отработки систем и таблицы для расчетов показателей надежности. Под ред. Судакова Р.С. - М.: Высшая школа. 1975.–604 с.
 7. Абрамов О.В. Прогнозирование состояния технических систем. М.: Наука, 1990.- 126 с.
- ...

15. Інформаційні ресурси

1. Цифровий репозиторій ХНУМГ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua>.
2. Центр дистанційного навчання ХНУМГ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cdo.kname.edu.ua>.

Аркуш актуалізації

Робоча програма навчальної дисципліни **Математичні методи розв'язування задач надійності ВК систем**
за напрямом / спеціальністю підготовки . . 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)»

фахове спрямування- Рациональне використання і охорога водних ресурсів

на 201.../1... навч. рік переглянута та затверджена "Без змін"

Завідувач кафедри _____
(на якій розроблена робоча програма)

_____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

“ _____ ” _____ 201 _ року

Зав. випускової кафедри _____
(за належністю напрям / спеціальності)

_____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

“ _____ ” _____ 201 _ року

Декан факультету _____
(за належністю напрям / спеціальності)

_____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

М.П. “ _____ ” _____ 201 _ року

на 201.../1... навч. рік переглянута та затверджена "Без змін"

Завідувач кафедри _____
(на якій розроблена робоча програма)

_____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

“ _____ ” _____ 201 _ року

Зав. випускової кафедри _____
(за належністю напрям / спеціальності)

_____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

“ _____ ” _____ 201 _ року

Декан факультету _____
(за належністю напрям / спеціальності)

_____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

М.П. “ _____ ” _____ 201 _ року

на 201.../1... навч. рік переглянута та затверджена "Без змін"

Завідувач кафедри _____
(на якій розроблена робоча програма)

_____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

“ _____ ” _____ 201 _ року

Зав. випускової кафедри _____
(за належністю напрям / спеціальності)

_____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

“ _____ ” _____ 201 _ року

Декан факультету _____
(за належністю напрям / спеціальності)

_____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

М.П. “ _____ ” _____ 201 _ року